

**Erfassung der Fahrsicherheit unter psychoaktiver Medikation am Beispiel der
Langzeitanwendung von Opioiden bei chronischem Schmerz**

Von der Fakultät für Lebenswissenschaften

der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

zur Erlangung des Grades eines

Doktors der Naturwissenschaften

(Dr. rer. nat.)

genehmigte

D i s s e r t a t i o n

von Markus Bernhard Schumacher
aus Bad Mergentheim

1. Referent: Professor Dr. Mark Vollrath
2. Referent: Professor Dr. med. Frank Petzke
eingereicht am: 02.12.2013
mündliche Prüfung (Disputation) am: 05.03.2014

Druckjahr 2014

Vorveröffentlichungen der Dissertation

Teilergebnisse aus dieser Arbeit wurden mit Genehmigung der Fakultät für Lebenswissenschaften, vertreten durch den Mentor der Arbeit, in folgenden Beiträgen vorab veröffentlicht:

Publikationen

Schumacher, M., Knoche, A., Petzke, F. & Jantos, R. (2011). Effects of opioid analgesics on driving related skills. In Ramaekers J. (Hrsg.), *Effects of medicinal drugs on actual and simulated driving* (S. 188-216). DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) Deliverable 1.2.2. Zugriff am 27.11.2013. Verfügbar unter <http://www.druid-project.eu>.

Schumacher, M., Knoche, A., Vollrath, M., Petzke, F., Jantos, R., Vuurman, E. & Ramaekers, J. (2011). Effects of analgetic medication on actual driving. In Ramaekers J. (Hrsg.), *Effects of medicinal drugs on actual and simulated driving* (S. 166-187). DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) Deliverable 1.2.2. Zugriff am 27.11.2013. Verfügbar unter <http://www.druid-project.eu>.

Tagungsbeiträge

Schumacher, M. (2013, September). *Assessing fitness to drive under long-term treatment with opioid analgesics*. Vortrag auf der European Transport Conference, Frankfurt a. M.

Schumacher, M. (2013, Juni). *Assessing fitness to drive under long-term treatment with opioid analgesics*. Vortrag auf dem Young Researchers Seminar 2013, Lyon.

Posterbeiträge

Schumacher, M., Knoche, A., Jantos, R., Kaiser, M., Sabatowski, R. & Petzke, F. (2011). Einfluss von Opioiden auf verkehrsrelevante Leistungen. *Der Schmerz*, 25, Supplement 1, 148.

Schumacher, M., Knoche, A., Vollrath, M., Jantos, R., Vuurman, E., Petzke, F. et al. (2011). Effekte von Opioid-Analgetika im Fahrversuch. *Der Schmerz*, 25, Supplement 1, 147.

Vorwort

Die in dieser Arbeit beschriebenen Untersuchungen wurden an der Bundesanstalt für Straßenwesen (Studie 1), in Zusammenarbeit mit der Schmerzambulanz der Universitätsklinik Köln (Studien 2, 3, 4, 6 und 7) und in Kooperation mit der Abteilung für Neuropsychologie und Pharmakologie der Universität Maastricht in Maastricht (Studien 4, 5 und 6) durchgeführt. Das gesamte Untersuchungsvorhaben wurde aus Geldern des Europäischen Forschungsprojekts DRUID (TREN-05-FP6TR-S07.61320-518404-DRUID) im 6. Rahmenprogramm finanziert. Die Ergebnisse geben nur die Meinung des Autors wieder. Die Europäische Kommission übernimmt keinerlei Verantwortung für jegliche Art der Verwendung der in dieser Arbeit enthaltenen Informationen. Mit Ausnahme der Studie 1, die keine klinische Studie darstellt, wurde das Untersuchungsvorhaben im Studienprotokoll mit der EUDRACT-Nummer 2009-011774-15 (Effects of opioid analgesics on driving ability of pain patients [Untersuchung zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten]) beschrieben und vom Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte sowie den Ethikkommissionen der Universitätsklinik Köln und der Universität Maastricht genehmigt. Die Durchführung erfolgte gemäß der Deklaration von Helsinki (Weltärztebund, 2008) und unter Einhaltung der Verordnung über die Anwendung der Guten Klinischen Praxis bei der Durchführung von klinischen Prüfungen mit Arzneimitteln zur Anwendung am Menschen (GCP-V, 2004).

Danksagung

Am Entstehen dieser Arbeit haben zahlreiche Personen Anteil, denen ich ganz herzlich danken möchte. Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. Mark Vollrath für die geduldige Betreuung meiner Arbeit, für seine stets hilfreichen Rückmeldungen und für die fruchtbaren Diskussionen. Prof. Dr. Frank Petzke danke ich für seine Rückmeldung zu den medizinischen Aspekten und für die Unterstützung bei der Beantragung des Untersuchungsvorhabens. Ihm und dem Team von der Schmerzambulanz der Universitätsklinik Köln sei für die unermüdlichen Bemühungen bei der Rekrutierung der Patienten und für die medizinische Begleitung der Studie gedankt. Ohne Prof. Dr. Jan Ramaekers, Dr. Eric Vuurman und Anita van Oers von der Universität Maastricht wäre es nicht möglich gewesen, die Fahrversuche in den Niederlanden durchzuführen. Dafür ganz herzlichen Dank.

In Zusammenhang mit der Durchführung der Fahrversuche gilt mein besonderer Dank zwei Personen. Zum einen Henk Brauers, der bei allen Fahrten dabei war, um im Notfall einzugreifen. Schon bei der ersten Fahrt eines Probanden konnte ich mich davon überzeugen, dass man Fahrversuche nie ohne einen erfahrenen Fahrlehrer durchführen sollte. Stefan Jongen danke ich dafür, dass er die Messtechnik während der vielen Fahrten sorgfältig überwacht hat ohne dabei einzuschlafen, und außerdem für das sorgfältige Editieren der Rohdaten, das sicherlich nicht weniger monoton war. Dr. Eike Schmidt und Dr. Michael Simon danke ich für ihre Unterstützung bei der Erfassung und Aufbereitung der EEG-Daten.

Für das aufmerksame Gegenlesen von Teilen meiner Arbeit, für Tipps und für hilfreiche Kommentare danke ich meinen Kollegen Kerstin, Hardy, Martina und Ariane sowie der Praktikantin Alicja.

Meinem Partner Petr gebührt mein Dank für seine Geduld und für sein großes Verständnis für die Auswirkungen, die das Erstellen dieser Arbeit zeitweise auf meine Laune hatte.

Diese Arbeit entstand während meiner Tätigkeit an der Bundesanstalt für Straßenwesen. In diesem Zusammenhang bedanke ich mich bei Dr. Claudia Evers und Dr. Horst Schulze für die Ermutigung zu promovieren.

Inhaltsverzeichnis

1	<i>Einführung</i>	13
1.1	Ausgangssituation und Gegenstand dieser Arbeit	13
1.2	Das Europäische Forschungsprojekt DRUID	15
2	<i>Schmerz und chronischer Schmerz</i>	17
2.1	Definition	17
2.2	Verbreitung	17
2.3	Physiologie des Schmerzes und Mechanismus der Chronifizierung	18
2.4	Medikamentöse Therapie	20
2.5	(Fahrrelevante) Nebenwirkungen einer analgetischen Medikation mit Opioiden	22
3	<i>Grundlagen zur Bewertung der Fahrsicherheit unter psychoaktiver Medikation</i>	24
3.1	Rechtliche Rahmenbedingungen	24
3.1.1	Fahreignung, Fahrfertigkeit und Fahrsicherheit	24
3.1.2	Gesetzliche Regelungen	24
3.1.3	Prüfung der Fahreignung	28
3.1.4	Fazit	32
3.2	Modelle des Fahrens	33
3.2.1	Fahren	33
3.2.2	Drei-Ebenen-Modell des Fahrens	34
3.2.3	Das SEEV-Modell	35
3.2.4	Situationsbewusstsein	36
3.2.5	Das Modell der Handlungskontrolle von Hockey	37
3.2.6	Das Unfallmodell von Fuller	37
3.2.7	Fazit	38
3.3	Methoden zur Erfassung des Einflusses von Medikamenten auf die Verkehrssicherheit	39
3.3.1	Retrospektive Verfahren	39
3.3.2	Prospektive Verfahren	42
3.3.3	Fazit	44
4	<i>Unfallstatistik und Unfallrisiko</i>	45
4.1	Verunglückte und Getötete	45
4.2	Unfallschwerpunkte	46
4.3	Erkrankungen	47
4.4	Alkohol	50
4.5	Medikamente und Drogen	53
4.6	Müdigkeit	58

5	<i>Empirische Studien zur Fahrsicherheit bei Langzeitanwendung von Opioiden bei chronischem Schmerz</i>	60
5.1	Schmerzbedingte Beeinträchtigung der Fahrsicherheit	60
5.2	Fahrsicherheit unter analgetischer Medikation mit Opioiden	61
5.2.1	Übersichtsarbeiten	61
5.2.2	Studien zur Einmalgabe von Opioid-Analgetika an Gesunde	62
5.2.3	Studien aus der Substitutionsbehandlung	62
5.2.4	Epidemiologische Studien	63
5.2.5	Studien zur Untersuchung des Einflusses auf fahrsicherheitsrelevante Leistungsbereiche	64
5.2.6	Fahrversuche in Fahrsimulatoren und im Realverkehr	65
5.3	Fazit	67
6	<i>Herleitung der Fragestellungen und Übersicht der durchgeführten Studien</i>	68
7	<i>Verfahren und Methoden</i>	74
7.1	Körperliche Untersuchung und Laborwerte	74
7.2	Fragebogen	75
7.2.1	Fahrerfahrung	75
7.2.2	Selbsteinschätzung von Aspekten der Leistung und des Zustands	75
7.2.3	Nebenwirkungen von Opioiden	75
7.2.4	Selbstbeschränkungen beim Fahren	76
7.2.5	Verkehrsauffälligkeiten und abweichendes Fahrverhalten	76
7.2.6	Fragebogen zum Gesundheitszustand	77
7.2.7	Hospital Anxiety and Depression Scale	77
7.2.8	Brief Pain Inventory	78
7.2.9	Karolinska Sleepiness Scale	79
7.2.10	Groningen Sleep Quality Scale	79
7.2.11	Rating Scale Mental Effort	80
7.3	Computerbasierte Testung	81
7.3.1	Testsystem	81
7.3.2	Auswahl der Testverfahren	82
7.3.3	Beschreibung der eingesetzten Testverfahren	84
7.3.4	Datenaufbereitung und Auswertung	87
7.4	Fahrversuch	89
7.4.1	Messfahrzeuge	89
7.4.2	Fahrmanöver und Leistungsparameter	91
7.4.3	Datenaufbereitung und Berechnung der Leistungsparameter	93
7.4.4	Fahrfehlerbeobachtung	96
7.5	EEG	97
7.5.1	Messsystem	97
7.5.2	Ableitung	98
7.5.3	Datenaufbereitung und -auswertung	98
7.6	Nebenaufgabe	98
7.7	Alkoholgabe	99
7.7.1	Bestimmung der erforderlichen Alkoholmenge	99
7.7.2	Messung der Blutalkoholkonzentration	100

8	<i>Studie 1: Retest-Reliabilität der Leistungsmessung mit dem Test-Set FeV des Wiener Testsystems</i>	101
8.1	Stichprobe	101
8.2	Studiendesign und Durchführung	102
8.3	Ergebnisse	103
8.3.1	Selbsteinschätzung	103
8.3.2	Anteil bestandener Tests	103
8.3.3	Testscore und Leistungsprofil	104
8.4	Zusammenfassung	105
9	<i>Studie 2: Erfassung alkoholbedingter Beeinträchtigungen fahrsicherheitsrelevanter Leistungsbereiche mit dem Wiener Testsystem</i>	107
9.1	Stichprobe	107
9.2	Studiendesign und Durchführung	108
9.3	Ergebnisse	108
9.3.1	Erzielter Blutalkoholspiegel	109
9.3.2	Selbsteinschätzungen	109
9.3.3	Anteil bestandener Tests	110
9.3.4	Testscore und Leistungsprofil	111
9.4	Zusammenfassung	113
10	<i>Studie 3: Messung der fahrrelevanten Leistung von Patienten mit chronischen Schmerzen unter analgetischer Medikation mit starken Opioiden mit dem Wiener Testsystem</i>	115
10.1	Stichprobe	115
10.2	Studiendesign und Durchführung	117
10.3	Ergebnisse	118
10.3.1	Toxikologische Analyse der Blutproben	118
10.3.2	Selbsteinschätzungen	119
10.3.3	Anteil bestandener Tests	120
10.3.4	Testscore und Leistungsprofil	121
10.4	Zusammenfassung	123
11	<i>Studie 4: Erfassung alkoholbedingter Leistungsbeeinträchtigungen in einem standardisierten Fahrversuch</i>	125
11.1	Stichprobe	125
11.2	Studiendesign und Durchführung	126
11.3	Ergebnisse	127
11.3.1	Erzielter Blutalkoholspiegel	127
11.3.2	Vergleichbarkeit der Verkehrsbedingungen	128
11.3.3	Selbsteinschätzungen	129
11.3.4	Verhaltensmaße	130
11.4	Zusammenfassung	132

12 Studie 5: Validität der Standardabweichung der lateralen Position (SDLP) für die Erfassung müdigkeitsbedingter Leistungsbeeinträchtigungen des Fahrers	134
12.1 Stichprobe.....	134
12.2 Studiendesign und Durchführung	134
12.3 Verfügbare Daten	137
12.4 Ergebnisse	138
12.4.1 Erzielter Blutalkoholspiegel	138
12.4.2 Selbsteinschätzungen der Fahrer.....	138
12.4.3 Bewertungen durch den Fahrlehrer	140
12.4.4 Spurposition.....	142
12.4.5 Nebenaufgabe	144
12.4.6 α -Spindelrate und Lidschlussdauer.....	145
12.4.7 Vergleich der Leistungsmaße.....	146
12.5 Zusammenfassung.....	146
13 Studie 6: Erfassung der Fahrsicherheit von Patienten mit chronischen Schmerzen unter analgetischer Medikation in einem standardisierten Fahrversuch	148
13.1 Stichprobe.....	148
13.2 Studiendesign und Durchführung	149
13.3 Ergebnisse	150
13.3.1 Toxikologische Analyse der Blutproben.....	150
13.3.2 Vergleichbarkeit der Verkehrsbedingungen	151
13.3.3 Selbsteinschätzungen	152
13.3.4 Verhaltensmaße.....	153
13.3.5 Zusammenhänge zwischen der fahrsicherheitsrelevanten Leistungsbereich und Leistungsparametern aus dem Fahrversuch	156
13.4 Zusammenfassung.....	157
14 Studie 7: Selbstberichtete Fahrerleistung und –eigenschaften von Patienten mit chronischen Schmerzen	159
14.1 Stichprobe.....	159
14.2 Studiendesign und Durchführung	160
14.3 Ergebnisse	160
14.3.1 Verkehrsverhalten	161
14.3.2 Körperliches und psychisches Wohlbefinden	166
14.3.3 Schmerzspezifische Angaben.....	168
14.4 Zusammenfassung.....	170

15 Zusammenfassung der Ergebnisse und Diskussion	172
15.1 Befragung.....	173
15.2 Computerbasierte Testung.....	174
15.3 Fahrversuch.....	179
15.4 Vergleich zwischen computerbasierter Testung und Fahrversuch.....	183
15.5 Patientenbezogene Einflussfaktoren auf die Fahrsicherheit	184
15.6 Schlussfolgerungen.....	186
16 Literatur.....	189
17 Anhang.....	206
17.1 Körperliche Untersuchung	206
17.2 Fragebogen zur Fahrerfahrung	208
17.3 Fragebogen zu Nebenwirkungen	209
17.4 Fragebogen zu Selbstbeschränkungen beim Fahren	210
17.5 DBQ	211
17.5.1 Items	211
17.5.2 Itemkennwerte	215
17.6 Groningen Sleep Quality Scale.....	216
17.7 Ein-/Ausschlusskriterien	218

Zusammenfassung

Etwa 20% der erwachsenen Europäer leiden unter chronischen Schmerzen (Breivik, Collett, Ventafridda, Cohen & Gallacher, 2006). Hierzulande geht man von 8 Millionen Betroffenen aus (Deutsche Schmerzgesellschaft, 2012). Da die Prävalenz chronischer Schmerzen mit dem Alter zunimmt (Nickel & Raspe, 2001), ist aufgrund der demographischen Entwicklung ein Anstieg der Betroffenenzahlen in Deutschland zu erwarten. Immer häufiger werden auch nicht-tumorbedingte chronische Schmerzen dauerhaft mit starken Opioiden behandelt (Chou, Ballantyne, Fanciullo, Fine & Miaskowski, 2009; Schmidt, Lowenstein, Hesselbarth, Klinge & Michels, 2010; Schubert, Ihle & Sabatowski, 2013). Zu den am häufigsten verordneten Substanzen dieser Gruppe gehören Fentanyl, Oxycodon, Morphin, Hydromorphon sowie Buprenorphin (Böger & Schmidt, 2011). Starke Opioide fallen unter das Betäubungsmittelgesetz. Sie haben Nebenwirkungen, von denen einige die Fahrsicherheit beeinträchtigen können. Zu diesen gehören Schwindel, Vigilanzminderung, Konzentrationsstörungen und Sedierung (Kalso, Edwards, Moore & McQuay, 2004; Moore & McQuay, 2005; Müller-Schwefe, 2012; Mutschler, Geisslinger, Kroemer & Schäfer-Korting, 2001). Wie Alkohol zählen Opioide daher zu den psychoaktiven Substanzen mit sedierender Wirkung. Solange die Einnahme gemäß einer ärztlichen Verordnung erfolgt, ist die aktive Teilnahme am Straßenverkehr unter Einfluss dieser Substanzen in Deutschland erlaubt.

Ob die Fahrsicherheit bei Langzeitanwendung von Opioiden bei nicht-tumorbedingten Schmerzen (kurz: LONTs) eingeschränkt ist, ist seit längerem Gegenstand wissenschaftlicher Diskussionen (Sabatowski, 2008b). Um optimale Behandlungserfolge zu erzielen, werden die Opioide in der Praxis häufig mit weiteren Medikamenten kombiniert (Müller-Schwefe, 2012). Dies sind häufig Antidepressiva oder Antikonvulsiva, die ihrerseits die Fahrsicherheit beeinträchtigen können. In den bislang publizierten Studien zur Fahrsicherheit dieser Patientengruppe lag der Fokus zumeist auf einzelnen definierten Opioiden (Dagtekin et al., 2007; Gaertner et al., 2006; Menefee et al., 2004; Sabatowski et al., 2003; Vainio, Ollila, Matikainen, Rosenberg & Kalso, 1995). Die bei chronischem Schmerz übliche Langzeitbehandlung mit einer individuell abgestimmten Kombination mehrerer Medikamente lag in diesen Studien entweder nicht vor oder wurde zumindest nicht differenziert berichtet. Darüber hinaus wurden in den meisten Studien lediglich kognitive und psychomotorische Leistungen erfasst, die für das sichere Fahren als relevant erachtet werden (Mailis-Gagnon et al., 2012). Aussagekräftige Studienergebnisse, die auf Fahrversuchen im Straßenverkehr oder in Fahrsimulatoren basieren, fehlten bislang.

Alle in der vorliegenden Arbeit untersuchten Patienten litten an chronischen, nicht durch Tumore bedingten Schmerzen. Sie wurden unter ihrer bestehenden und individuell auf sie abgestimmten Medikation in die Studie eingeschlossen. Alle Patienten wurden langfristig ($m = 45.81$ Monate, $sd = 51.585$) mit einem starken Opioid (transdermales Fentanyl (z.B. Durogesic Smat®), transdermales Buprenorphin (z.B. Transtec®), Oxycodon (z.B. Oxygesic®), Oxycodon mit Naloxon (z.B. Targin®), Hydromorphon (z.B. Palladon®) oder Morphin (z.B. MST®)) behandelt und erhielten weitere Begleitmedikamente. Diese 26 Patienten wurden mit einer nach vier Altersgruppen (20-30, 30-40, 40-50, 50-65 Jahre) geschichteten Gruppe gesunder Fahrer verglichen.

Die Fahrsicherheit wurde über mehrere Zugänge erfasst. So wurden alle Probanden umfassend zu ihrem Verhalten im Straßenverkehr (u.a. Unfälle, Fahrfehler) befragt. Mit dem Wiener Testsystem wurden die kognitiven und psychomotorischen Leistungen erfasst, die für das Fahren relevant sind. Zusätzlich zu dieser computergestützten Testung im Labor wurde ein Fahrversuch im Straßenverkehr durchgeführt. Dieser umfasste den Road-tracking Test (O'Hanlon, 1984) und den Car-following Test (Brookhuis, de Waard & Mulder, 1994; Ramaekers et al., 2002). Beide Verfahren gelten für die Untersuchung des Einflusses psychoaktiver Substanzen auf die Fahrsicherheit als einschlägig und werden von Experten empfohlen (ICADTS, 1999; Walsh et al., 2008).

Zusätzlich wurde bei den gesunden Fahrern sowohl in der computergestützten Testung als auch im Fahrversuch die Leistung unter Einfluss von 0.5‰ Alkohol erfasst. Diese Daten dienten, wie von Experten empfohlen (ICADTS, 1999; Walsh et al., 2008), der Validierung und als Referenzwerte zur Abschätzung des Ausmaßes der Beeinträchtigung durch die Opiode.

An weiteren 16 gesunden Probanden wurde die Retest-Reliabilität der computergestützten Testung untersucht. Bei 15 gesunden Fahrern wurde außerdem die Leistung im Fahrversuch mit dem Verlauf der Alpha-Spindelrate (Simon et al., 2011) verglichen. Sie stellt eine EEG-basierte Methode zur Erfassung von Müdigkeit dar. Der Vergleich wurde sowohl nüchtern als auch unter Alkoholeinfluss durchgeführt.

Die durchgeführte umfangreiche Befragung lieferte keine Hinweise darauf, dass Patienten häufiger in Unfälle verwickelt sind als gesunde Fahrer. Auch war für Patienten weder eine Häufung geahndeter Verstöße gegen Verkehrsregeln nachweisbar noch unterliefen diesen häufiger als gesunden Fahrern Fahrfehler. Das nicht regelkonforme Verhalten im Straßenverkehr wurde u.a. mit dem DBQ (Reason, Manstead, Stradling, Baxter & Campbell, 1990) erfasst.

Die computerbasierte Überprüfung der kognitiven und psychomotorischen Leistung zeigte, dass bei den untersuchten Patienten im Mittel in einigen Bereichen gewisse Beeinträchtigungen bestanden. Im Vergleich zu den gesunden Fahrern waren Patienten weniger gut in der Lage, auf Reize schnell und korrekt zu reagieren. Ferner war ihre Reaktionszeit langsamer und sie wiesen gewisse Einschränkungen der selektiven Aufmerksamkeit und der Überblicksgewinnung auf. Auch waren Patienten weniger gut in der Lage, Verkehrssituationen schnell und detailliert zu erfassen. In Bezug auf die motorische Umsetzung von Bewegungen zeigten sich die Patienten den gesunden Fahrern hingegen nicht unterlegen. Auch waren die Patienten ebenso gut wie diese in der Lage, ihre Aufmerksamkeit unter monotonen Bedingungen über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten. Da es nicht gelang, mit den verwendeten Tests alkoholbedingte Leistungsbeeinträchtigungen bei Gesunden nachzuweisen, muss angezweifelt werden, ob sich die bei den Patienten gefundenen Leistungsbeeinträchtigungen in relevantem Ausmaß auf deren Fahrsicherheit auswirken. Experten fordern diesen Vergleich bei der Untersuchung psychoaktiver Substanzen mit sedierender Wirkung (ICADTS, 1999; Walsh et al., 2008).

Auch der mit großem Aufwand im öffentlichen Straßenverkehr durchgeführte Fahrversuch lieferte keine Hinweise darauf, dass bei den Patienten Leistungsbeeinträchtigungen in relevantem Umfang bestanden. Die Standardabweichung der Spurposition (SDLP), der Haupt-Leistungsparameter aus dem Road-tracking Test, war bei den Patienten zwar in der Tendenz größer als bei den gesunden Fahrern, allerdings erreichte dieser Unterschied nicht die Signifikanzgrenze. Die SDLP ist ein Maß dafür, wie stark die Fahrer in der Spur schwanken und steigt mit zunehmender Alkoholsierung an (Verster & Ramaekers, 2009). Die aus dem Car-following Test abgeleiteten Reaktionszeitmaße lieferten ebenfalls keine Hinweise darauf, dass Patienten langsamer reagieren als gesunde Fahrer. So benötigten sie weder signifikant länger, um ihre Geschwindigkeit an Geschwindigkeitsänderungen eines vorausfahrenden Fahrzeugs anzupassen, noch reagierten sie langsamer, wenn das vorausfahrende Fahrzeug abbremste.

In Übereinstimmung mit einschlägigen Publikationen (z.B. Verster & Ramaekers, 2009) erwies sich die SDLP auch in dieser Studie als ausreichend sensitiv, um Leistungsbeeinträchtigungen durch 0.5‰ Alkohol nachzuweisen. Mit den Reaktionszeitmaßen aus dem Car-following Test war der Nachweis dieser Leistungsbeeinträchtigung nicht gelungen. Ferner konnten nur für den Road-tracking Test korrelative Zusammenhänge zur Leistung in der computerbasierten Testung nachgewiesen werden. Diese statistischen Zusammenhänge ließen sich jedoch inhaltlich kaum auf gemeinsame Anforderungsbereiche zurückführen.

Zusammengenommen lieferten die durchgeführten Studien keine Hinweise darauf, dass LONTS zu einer nachhaltigen Einschränkung der Fahrsicherheit führt. Dies gilt jedoch nur, wenn einige Bedingungen erfüllt sind. So muss die Behandlung mit starken Opioiden schon so lange erfolgt sein, dass von einer stabilen Einstellung und einer Gewöhnung an die Nebenwirkungen dieser Medikamente ausgegangen werden kann. Auch dürfen Antidepressiva und Antikonvulsiva begleitend nur in schmerztherapeutisch üblichen Dosen eingenommen werden. Außerdem dürfen die Patienten keine nicht-retardierten Opioide eingenommen und auch keinen Alkohol konsumiert haben. In jedem Fall ist daher eine grundsätzliche Einzelfallentscheidung über die Fahrsicherheit durch den behandelnden Arzt anzuraten. Davon unberührt bleibt die Verpflichtung für den Fahrer, die eigene Fahrtüchtigkeit vor Antritt jeder Fahrt kritisch zu prüfen.

1 Einführung

Ein Großteil der empirischen Studien, die die Grundlage für diese Arbeit bilden, wurde im Rahmen des Europäischen Forschungsprojekts DRUID durchgeführt. Das Akronym DRUID steht für Driving under the influence of drugs, alcohol and medicines. Dieses Forschungsprojekt befasste sich mit der Untersuchung des Einflusses von Alkohol, Drogen und Medikamenten auf die Verkehrssicherheit. Die vorliegende Arbeit wird im Folgenden in den Kontext dieses Projekts eingeordnet. Dabei wird zunächst die Zielstellung der Arbeit und deren Inhalte erläutert. Kapitel 1.2 gibt einen Überblick über das Forschungsprojekt DRUID.

An diese Einführung schließt sich ein Kapitel an, das einen Überblick über chronische Schmerzen, deren Verbreitung und Behandlung sowie über die fahrsicherheitsrelevanten Nebenwirkungen der medikamentösen Therapie gibt. Anschließend werden die Grundlagen zur Bewertung der Fahrsicherheit unter dem Einfluss von Medikamenten thematisiert. Dazu werden zunächst die rechtlichen Rahmenbedingungen der Teilnahme am motorisierten Straßenverkehr betrachtet. Nach einem Überblick über ausgewählte Modelle des Fahrens werden Methoden erläutert, mit deren Hilfe Daten zum Einfluss von Medikamenten auf die Verkehrssicherheit gewonnen werden können. Dann wird ein Blick auf das Unfallgeschehen und auf Unfallrisiken geworfen. Abschließend werden die bislang publizierten Studien zur Fahrsicherheit bei Langzeitanwendung von Opioiden bei chronischem Schmerz aufgearbeitet und daraus der derzeitige Forschungsstand abgeleitet. Der theoretische Teil dieser Arbeit schließt mit der Herleitung der Fragestellung und der Beschreibung der durchgeführten Studien.

1.1 Ausgangssituation und Gegenstand dieser Arbeit

Im Jahr 2001 verunglückten über 54 300 Menschen auf den Straßen der Mitgliedsländer der EU tödlich (Statistisches Bundesamt, 2011b). In ihrem „Weißbuch Verkehr“ hat sich die Europäische Kommission im selben Jahr zum Ziel gesetzt, die Zahl der Verkehrstoten bis 2010 zu halbieren (Europäische Kommission, 2001). Vor diesem Hintergrund beauftragte sie im 6. Rahmenprogramm das Projekt DRUID, das von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) koordiniert wurde.

In DRUID wurden in verschiedenen Europäischen Forschungseinrichtungen insgesamt 13 Fahrversuche durchgeführt, mit denen der Einfluss von Medikamenten (Ramaekers, 2011a) und von illegalen Drogen (Ramaekers, 2011b) auf die Fahrsicherheit untersucht wurde. Zur Sicherung der Vergleichbarkeit dieser Studien wurde dazu ein einheitliches methodisches Rahmenkonzept vorgegeben. Dieses beruht weitgehend auf Empfehlungen, die von einer internationalen Expertengruppe für die Durchführung von Studien zur Untersuchung des Einflusses von Drogen auf die Verkehrssicherheit festgelegt wurden (ICADTS, 1999). Diese Vorgaben wurden auch in der vorliegenden Arbeit umgesetzt.

Dieses methodische Rahmenkonzept sah für die Fahrversuche u.a. die Durchführung von zwei standardisierten Manövern vor: den Road-tracking Test (O'Hanlon, 1984) und den Car-following Test (Brookhuis et al., 1994). Ersterer besteht aus einer einstündigen Autobahnfahrt bei vorgegebener Geschwindigkeit. Mittels entsprechender Messtechnik wird dabei erfasst, wie stark der Fahrer beim Fahren schwankt. Die Stärke des Schwankens wird als Maß für die Beeinträchtigung des Fahrers herangezogen. Der Road-tracking Test, der auf Studien der 70er Jahre zur Fahrerermüdung zurückgeht (Vermeeren, 2003), ist für den Einfluss von Alkohol sensitiv (Verster, Veldhuijzen & Volkerts, 2005) sowie für die Beeinträchtigung des Fahrers durch Müdigkeit, die beispielsweise durch Schlafdeprivation induziert wurde (Bosker, Kuypers & Conen et al., 2012). Beim Car-following Test besteht die Aufgabe des Fahrers darin, seine Fahrgeschwindigkeit an Geschwindigkeitsänderun-

gen eines vorausfahrenden Fahrzeugs anzupassen. Aus den Geschwindigkeitsverläufen beider Fahrzeuge wird dann ein Maß für die Güte und Schnelligkeit dieser Anpassung durch den Fahrer errechnet. Auch dieser Test ist für die Beeinträchtigung des Fahrers durch Alkohol und durch Ermüdung sensitiv (Brookhuis et al., 1994; Kuypers, Samyn & Ramaekers, 2006).

Wie auch bei Alkohol zählt Ermüdung zu einer der häufigen Nebenwirkungen von Opioiden (Mutschler et al., 2001). Darunter werden Substanzen zusammengefasst, die morphinartige Eigenschaften aufweisen. Ihre schmerzstillende Wirkung entfalten diese Stoffe durch Bindung an Opioidrezeptoren, die sich auf der Oberfläche von Nervenzellen befinden (Mutschler et al., 2001). Opioide werden zur Behandlung starker Schmerzen eingesetzt, wie sie während oder nach Operationen oder auch bei Krebserkrankungen auftreten. Sie fallen unter das Betäubungsmittelgesetz.

Opioide werden jedoch zunehmend auch zur Behandlung nicht-tumorbedingter chronischer Schmerzen verordnet (Boudreau et al., 2009; Chou et al., 2009). Man spricht hier von der Langzeitanwendung von Opioiden bei nicht-tumorbedingten Schmerzen (abgekürzt mit LONTs). Hierzu wurde 2009 auch von der Deutschen Schmerzgesellschaft (ehemals Deutsche Gesellschaft zum Studium des Schmerzes (DGSS)) eine entsprechende S3-Leitlinie veröffentlicht (Deutsche Schmerzgesellschaft, 2009). Insgesamt ist der Absatz von Opioiden in den letzten Jahren enorm angestiegen. Während 2005 noch 4.2 Millionen Packungen verordnet wurden, waren es 2011 bereits 6.3 Millionen Packungen (Spiegel online, 2012). Analysen von Versichertendaten zeigen, dass Opioide überwiegend zur Behandlung nicht-tumorbedingter Schmerzen verordnet wurden und, dass die Langzeitbehandlungen deutlich zugenommen haben (Boudreau et al., 2009; Schubert et al., 2013).

In wieweit sich die Langzeitbehandlung mit Opioiden negativ auf die Fahrsicherheit auswirkt, ist Gegenstand von Diskussionen (Sabatowski, 2008b). Die Befunde der bislang publizierten empirischen Arbeiten sind hier uneinheitlich und erlauben keine abschließende Bewertung. Eine kürzlich erschienene Übersichtsarbeit kommt zu dem Schluss, dass die uneingeschränkte Fahrsicherheit nur bei einem Teil der Patienten gegeben ist (Mailis-Gagnon et al., 2012). Allerdings fehlt bislang eine umfassende Studie, in der die Fahrsicherheit dieser Patientengruppe standardisiert in einem Fahrversuch im Straßenverkehr untersucht wurde.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich daher mit der Frage, in wieweit die Fahrsicherheit bei Langzeitanwendung von Opioiden bei nicht-tumorbedingten Schmerzen beeinträchtigt ist. Hierfür wurde ein Fahrversuch im Straßenverkehr durchgeführt, der die beiden, von Experten (ICADTS, 1999) für die Bewertung des Einflusses psychoaktiver Substanzen auf die Fahrsicherheit empfohlenen Manöver, Road-tracking Test (O'Hanlon, 1984) und Car-following Test (Brookhuis et al., 1994) beinhaltete. Darüber hinaus wurde eine computergestützte Überprüfung der Fahreignung mit einem computerbasierten Testsystem durchgeführt, das in Deutschland auch im Rahmen der amtlichen Fahreignungsbegutachtung eingesetzt wird. Aus umfangreichen Fragebogendaten wurde weiterhin versucht, Personenmerkmale abzuleiten, die Hinweise auf die Fahrsicherheit dieser Patientengruppe geben können.

Um den Fahrversuch durchführen zu können, wurde ein aus zwei Fahrzeugen bestehendes Messsystem aufgebaut. Der eigentliche Versuchsträger verfügte über eine Einrichtung zur Erfassung der Position des Fahrzeugs in der Fahrspur. Diese war für die Durchführung des Road-tracking Test erforderlich. Das zweite Fahrzeug wurde zusätzlich für den Car-following Test benötigt. Es war in der Lage, ein vorgegebenes Geschwindigkeitsprofil zu fahren. Ob dieses neu aufgebaute Messsystem überhaupt geeignet ist, Beeinträchtigungen durch Substanzen mit sedierender Wirkung nachzuweisen, wurde an der bereits vielfach nachgewiesenen Wirkung von Alkohol untersucht.

Wie eingangs erwähnt, sind beide Prüfmanöver des Fahrversuchs geeignet, Veränderungen des Fahrerzustands zu erfassen. Die Fahreignung hingegen, wie sie mit dem computerbasierten Testsystem erfasst wird, wird als überdauerndes Merkmal betrachtet (Berghaus & Brenner-Hartmann, 2012, S. 133). Sie sollte damit über die Zeit stabil und von Veränderung des Fahrerzustands weitgehend unabhängig sein. An gesunden Probanden wurde daher zunächst die Stabilität der Leistung anhand einer Wiederholungsmessung überprüft. Weiterhin wurde untersucht, inwieweit sich eine durch Alkohol verursachte Zustandsänderung auf diese Testleistungen auswirkt.

Alkohol und Ermüdung beeinträchtigen die Fahrleistung in ähnlicher Weise. Mit einem weiteren Fahrversuch sollte genauer zwischen diesen beiden Faktoren differenziert werden. Neben Verhaltensdaten wurden dazu Indikatoren der Ermüdung in der neuronalen Aktivität herangezogen. Der in dieser Studie durchgeführte Vergleich zwischen subjektiven, physiologischen und verhaltensbezogenen Daten erlaubte darüber hinaus Rückschlüsse auf die Validität des zentralen Leistungsparameters des Road-tracking Tests, die Stärke des Spurschwankens (SDLP).

Von einem Großteil der Patienten wie auch von einem Großteil der gesunden Fahrer standen Leistungsdaten sowohl aus dem Fahrversuch, als auch aus der computerbasierten Testung zur Verfügung. Anhand dieser Daten konnte geprüft werden, in wieweit Übereinstimmungen zwischen Leistungsparametern aus beiden Prüfmodalitäten bestehen.

1.2 Das Europäische Forschungsprojekt DRUID

Alkohol stellt noch immer eine Gefahr für die Verkehrssicherheit dar. Seit einigen Jahren war jedoch auch eine Zunahme von Fahrten unter dem Einfluss von illegalen Drogen und Medikamenten feststellbar. Gleichzeitig bestand noch erheblicher Forschungsbedarf in Bezug auf die Gefahren, die von diesen psychoaktiven Substanzen ausgehen (Albrecht, 2008). In DRUID sollten daher Erkenntnisse darüber gewonnen werden, wie verbreitet psychoaktive Substanzen auf Europas Straßen überhaupt sind und wie groß die Gefahren sind, die von diesen ausgehen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Arbeitspakete des Projekts, an dem 37 Forschungseinrichtungen in 18 Ländern beteiligt waren. Das Projekt startete im Oktober 2006 und wurde fünf Jahre später abgeschlossen. Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) in Bergisch Gladbach, eine nachgeordnete Behörde des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, war Koordinator dieses Projekts mit einem Gesamtbudget von 23.5 Mio. €.

Tabelle 1: Zentrale Arbeitsinhalte von DRUID nach Arbeitspaketen (Schulze, Schumacher, Urmeew & Auerbach, 2012).

Arbeitspaket	Inhalt
1	Entwicklung eines methodischen Rahmenkonzepts zur Integration der verschiedenen Datenquellen des Gesamtprojekts, Durchführung von Fahrversuchen nach einheitlichen methodischen Standards und Aufarbeitung bereits publizierter experimenteller Studien in Meta-Analysen und Reviews.
2	Durchführung epidemiologischer Studien zur Abschätzung der Häufigkeit von Fahrten unter Substanzeinfluss und des damit verbundenen Unfallrisikos.
3	Bewertung von Schnelltests zur Erkennung von psychoaktiven Substanzen und Durchführung von Kosten-Nutzen-Analysen einer vermehrten Drogenüberwachung.
4	Entwicklung eines Klassifikations- und Kennzeichnungssystems für Medikamente in Bezug auf deren Gefahren für die Verkehrssicherheit.

Tabelle 1: Zentrale Arbeitsinhalte von DRUID nach Arbeitspaketen (Schulze, Schumacher, Urmeew & Auerbach, 2012). (Fortsetzung)

Arbeitspaket	Inhalt
5	Bewertung der in den einzelnen Mitgliedsländern durchgeführten Maßnahmen zur Wiedererlangung einer entzogenen Fahrerlaubnis und Ableitung von Empfehlungen für ein optimales Vorgehen.
6	Zusammenstellung und Bewertung der in den Mitgliedsländern praktizierten Maßnahmen zum Entzug der Fahrerlaubnis und Ableitung von Empfehlungen für ein optimales Vorgehens.
7	Zielgruppenspezifische Verbreitung der Ergebnisse an Fachkreise, Öffentlichkeit und gefährdete Gruppen von Verkehrsteilnehmern.

In den Arbeitspaketen 1 und 2 wurden Daten über die Häufigkeit von Fahrten unter dem Einfluss psychoaktiver Substanzen sowie dem damit verbundenen Unfallrisiko gewonnen. Die Arbeitspakete 3 bis 7 beschäftigten sich mit Maßnahmen, die geeignet sind, die Häufigkeit von Fahrten unter Substanz Einfluss und die damit verbundenen Unfallrisiken zu reduzieren.

Neben einer umfassenden epidemiologischen Erhebung in Arbeitspaket 1, wurden im Arbeitspaket 2 experimentelle Studien in Form von Fahrversuchen durchgeführt. Die in der vorliegenden Arbeit dargestellten Untersuchungen zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten bei Langzeitanwendung von Opioiden waren, wie die übrigen Fahrversuche, in diesem Arbeitspaket angesiedelt. In den Arbeitspaketen 3 bis 7, die sich mit Gegenmaßnahmen beschäftigten, wurden u.a. Drogen-Schnelltests evaluiert und Rehabilitationsmaßnahmen für auffällig gewordene Kraftfahrer sowie Strategien zum Entzug der Fahrerlaubnis europaweit verglichen. Aus diesen Vergleichen wurden optimale Verfahrensweisen abgeleitet. Für psychoaktive Medikamente wurde weiterhin ein Kennzeichnungssystem entwickelt, das anschaulich über das Ausmaß einer zu erwartenden Beeinträchtigung der Fahrsicherheit informiert. Alle Ergebnisse des Projekts sind im Abschlussbericht (Schulze et al., 2012) zugänglich.

2 Schmerz und chronischer Schmerz

Ausgehend von einer Begriffsdefinition finden sich in diesem Kapitel Angaben über die Verbreitung von Schmerzen in der Bevölkerung. Nach einer knappen Darstellung des schmerzleitenden Systems wird die medikamentöse Schmerztherapie erläutert, die mit dieser verbundenen Nebenwirkungen werden aufgezeigt sowie deren Zusammenhang zur Fahrsicherheit.

2.1 Definition

Unter Schmerz versteht die International Association for the Study of Pain eine unangenehme sensorische und emotionale Empfindung, die mit einer tatsächlichen oder drohenden Schädigung des Gewebes einhergeht oder so beschrieben wird, als wäre eine solche die Ursache (Merskey & Bogduk, 1994). Schmerz ist demnach eine subjektive Empfindung, die nicht alleine auf die Reizung von Sinneszellen zurückgeführt werden kann. Schmerz kann auch empfunden werden, wenn keine Sinneszellen gereizt werden. Da beim Schmerz kognitive, motivationale und somatische Faktoren zusammenspielen, wird Schmerz heute nicht mehr nur rein somatisch betrachtet, sondern es wird von biopsychosozialen Schmerzkonzepten ausgegangen (Nielson & Weir, 2001; Schiltenswolf & Henningsen, 2006).

Akutschmerz hat eine Warnfunktion und klingt nach dem Abheilen der Gewebeschädigung oder nach Entfernen des schmerzauslösenden Reizes wieder ab. Beim chronischen Schmerz hat der Schmerz diese Warnfunktion verloren und ist zu einer eigenständigen Erkrankung geworden. Schmerz kann dann auch unabhängig von dem ursprünglichen Schmerzauslöser weiter bestehen. Schmerzen, die länger als drei bzw. länger als sechs Monate anhalten, werden als chronische Schmerzen klassifiziert (Merskey & Bogduk, 1994). Neben dieser zeitlichen Definition geht man ganz allgemein von chronischem Schmerz aus, wenn dieser länger andauert, als bis zur Abheilung der schmerzauslösenden Ursache zu erwarten gewesen wäre (Fishman, Ballantyne & Rathmell, 2010). Im Rahmen der Chronifizierung kommt es dann oft zu negativen psychosozialen Konsequenzen für die Betroffenen.

Chronische Schmerzen sind also nicht nur ein Symptom. Vielmehr handelt es sich dabei um eine eigenständige, komplexe Erkrankung mit biologischen, psychischen und sozialen Komponenten (Zieglänsberger, 2012).

2.2 Verbreitung

Schätzungen der WHO zufolge leiden 20% der Patienten, die einen Arzt aufsuchen, an chronischen Schmerzen (Gureje O., von Korff, Gregory & Gater, 1998). Eine groß angelegte Befragungsstudie gibt den Anteil erwachsener Europäer, der an chronischen Schmerzen leidet, mit fast 20% an (Breivik et al., 2006). Je nach Studie und zugrundegelegter Definition des chronischen Schmerzes wird der Anteil in der Allgemeinbevölkerung auf 10% bis über 40% beziffert (Nickel & Raspe, 2001). Die Deutsche Schmerzgesellschaft geht hierzulande von 8 Millionen Betroffenen aus (Deutsche Schmerzgesellschaft, 2012).

Insgesamt ist Schmerz einer der häufigsten Gründe, warum Ärzte aufgesucht werden (Loeser & Melzack, 1999). Eine in Facharztpraxen durchgeführte Befragungsstudie zeigte, dass 36% der dort behandelten Patienten unter chronischen Schmerzen litten (Willweber-Strumpf, Zenz & Bartz, 2000). Nur ein Bruchteil der Patienten mit chronischen Schmerzen wird allerdings in Einrichtungen behandelt, die auf die Schmerztherapie spezialisiert sind (Breivik et al., 2006; Willweber-Strumpf et

al., 2000). Schmerz kann aufgrund dieser hohen Prävalenz daher zu Recht als „Volkskrankheit“ (Hackenbroch & Thimm, 2008) bezeichnet werden.

Die Prävalenz chronischer Schmerzen nimmt mit dem Alter zu (Nickel & Raspe, 2001). Während in der Altersgruppe zwischen 40 und 60 Jahren etwa 20% über chronische Schmerzen klagen, sind es ab 75 Jahren bereits fast 50% (Forum Schmerz, 2012). Insgesamt scheinen Frauen häufiger unter chronischen Schmerzen zu leiden als Männer (Greenspan et al., 2007), jedoch sind die Befunde aus den vorliegenden epidemiologischen Studien hier heterogen. Zudem wurden geschlechtsspezifische Unterschiede in der Schmerzlokalisierung gefunden: Bei Männern treten eher Rückenschmerzen auf, während Frauen häufiger unter Kopfschmerzen und unter generalisierten Schmerzen leiden (Nickel & Raspe, 2001). Die individuelle Schmerzempfindlichkeit ist unter anderem auch genetisch festgelegt (Mogil, Yu & Basbaum, 2000), wobei die Forschung hier noch in den Anfängen steht. Es gibt Hinweise darauf, dass Frauen schmerzempfindlicher sind als Männer, insbesondere bei mechanischen Schmerzreizen. Darüber hinaus sprechen Befunde für geschlechtsspezifische Unterschiede im Ansprechen auf die zur Behandlung eingesetzten Analgetika (Fillingim, 2000; Fillingim, King, Ribeiro-Dasilva, Rahim-Williams & Riley, 2009). Insgesamt werden dennoch Männer häufiger mit hohen Dosen opioidhaltiger Schmerzmittel behandelt als Frauen (Mailis-Gagnon et al., 2011).

Patienten, die an chronischen Schmerzen leiden, leiden häufig an psychiatrischer Komorbidität, wie Angststörungen und Depressionen. Sie fühlen sich insgesamt gesundheitlich beeinträchtigt (Bair, Robinson, Katon & Kroenke, 2003; Gureje, Simon & von Korff, 2001; McWilliams, Goodwin & Cox, 2004). Darüber hinaus gehen chronische Schmerzen häufig mit Schlafstörungen einher (Fishbain et al., 2003).

Schmerzen verursachen beträchtliche volkswirtschaftliche Kosten. Der Rückenschmerz ist die in Deutschland am häufigsten vorkommende Schmerzart (Forum Schmerz, 2012). Statistischen Erhebungen im Gesundheitssystem zufolge gehen rund ein Viertel aller Krankheitstage auf Erkrankungen des Muskel- und Skelettsystems zurück. Diese Erkrankungsart, zu der auch Rückenschmerzen zählen, ist damit die häufigste Ursache von Fehlzeiten am Arbeitsplatz. Im Schnitt ist jeder Pflichtversicherte vier Tage pro Jahr aufgrund dieses Krankheitsbildes arbeitsunfähig (BKK Bundesverband, 2011). Zum Vergleich: der Durchschnittswert der Arbeitsunfähigkeits-Tage insgesamt lag 2010 bei 15 Tagen. Alleine Rückenschmerzen verursachen so schätzungsweise 20 bis 25 Milliarden Euro an direkten und indirekten Kosten (Forum Schmerz, 2012).

2.3 Physiologie des Schmerzes und Mechanismus der Chronifizierung

Die neurophysiologischen und molekularbiologischen Grundlagen des Schmerzes werden in einschlägigen Publikationen (Freye, 2010; Schandry, 2011; Zieglgänsberger, 2012) eingehend behandelt. Im Folgenden wird zunächst die Aufnahme, Weiterleitung und Verarbeitung noxischer Reize auf physiologischer Ebene knapp umrissen. Diese Darstellung bezieht sich, soweit nicht anders vermerkt, auf die zuvor genannten Quellen. Im Anschluss wird die Chronifizierung des Schmerzes betrachtet.

Sinneszellen, die auf Reize ansprechen, die das Gewebe schädigen oder die potentiell gewebsschädigend sind, werden als Nozizeptoren bezeichnet. Diese freien Nervenendigungen sind in der Haut, den Muskeln und Gelenken sowie in den inneren Organen zu finden. Nozizeptoren wandeln Reize in elektrische Signale um, die im Nervensystem weitergeleitet werden. Ihre Zellkörper liegen in den Spinalganglien des Rückenmarks.

Die Nozizeptoren für mechanische Reize sprechen auf Druck oder Verformung an. In Folge einer mechanischen Verletzung treten aus dem zerstörten Gewebe aber auch Substanzen aus, die chemosensible Nozizeptoren reizen. Thermo-Nozizeptoren der Haut sprechen auf Temperaturen

über 45°C an. Bei entzündlichen Prozessen kommt es zu einer Anreicherung verschiedener Substanzen im Gewebe, darunter Bradykinin, Prostaglandin und Substanz P. Diese reizen chemosensible Nozizeptoren und sind als Entzündungsmediatoren an der gesteigerten Schmerzempfindlichkeit im entzündeten Gewebe beteiligt. Gleichzeitig bilden sich in entzündetem Gewebe Opioidrezeptoren aus, die schmerzhemmende Prozesse unterstützen. Die meisten Nozizeptoren in Haut, Muskeln und Gelenken sprechen auf mechanische und auf chemische Reize an, die Nozizeptoren der Haut oft zusätzlich auch auf thermische Reize.

Es gibt zwei Arten von Nervenfasern, die Schmerzinformationen weiterleiten: langsam leitende C-Fasern (Leitungsgeschwindigkeit max. 5m/sec) und schneller leitende A δ -Fasern (Leitungsgeschwindigkeit max. 20m/sec). Der erste Schmerz, der als stechend empfunden wird, nur kurz anhält und genau lokalisierbar ist, wird über die schnell leitenden A δ -Fasern vermittelt. Der zweite Schmerz, der länger anhält und als eher brennend und dumpf empfunden wird, wird über die langsamer leitenden C-Fasern weitergegeben.

Die Reizweitergabe von den Nozizeptoren an Nervenfasern, die zum Gehirn aufsteigen oder, die auf Rückenmarksebene verschaltet sind, erfolgt im Hinterhorn des Rückenmarks. Die aufsteigenden Bahnen verlaufen in erster Linie zum Thalamus, aber auch zum Hirnstamm und zu anderen Hirnregionen.

Vom lateralen Thalamus ziehen die Ausläufer der Neurone weiter zu den primären und sekundären somatosensorischen Arealen der Großhirnrinde. Diese Hirnareale sind in erster Linie für das sensorische (Ort, Dauer und Intensität) und affektive Schmerzerleben von Bedeutung. Vom medialen Thalamus ziehen Nervenfasern in Strukturen des limbischen Systems, wie der Inselrinde, dem Cingulären Kortex und dem Mandelkern (Amygdala) weiter, aber auch zu Regionen im Frontalhirn. Diese Hirnareale dienen eher der affektiven Empfindung und kognitiven Einordnung.

Im schmerzverarbeitenden System gibt es auch schmerzhemmende Mechanismen. Zum einen kann die Schmerzweiterleitung auf Rückenmarksebene durch Neurone gehemmt werden, die vom Gehirn absteigen (sog. Absteigende Schmerzhemmung; erstmals postuliert in der historischen Gate-Control-Theorie (Melzack & Wall, 1965)). Zum anderen werden im Gehirn (Hypophyse) und in der Nebenniere im Rahmen der Stressregulation endogene Opiate gebildet, die an Opiatrezeptoren binden. Diese Rezeptoren befinden sich an vielen schmerzleitenden Neuronen. Diese endogenen Opiate unterdrücken die Freisetzung von Neurotransmittern, die an der Schmerzweiterleitung beteiligt sind, wodurch die Wahrnehmung der Schmerzintensität beeinflusst wird.

Wenn starke Schmerzen nicht oder nicht ausreichend medikamentös behandelt werden, können sie zu neuroplastischen Veränderungen im Rückenmark und im Gehirn führen. Diese werden oft als Schmerzgedächtnis beschrieben. Dieses entsteht aufgrund struktureller Veränderungen auf der Ebene des Rückenmarks, die durch wiederholte Reizung der Nervenzellen ausgelöst werden. In der Folge kommt es zu einer chronischen Übererregbarkeit der Nervenzellen (zentrale Sensibilisierung). Dann werden an sich harmlose Reize schon als schmerzhaft empfunden.

In der Medizin geht man aber heute davon aus, dass neben diesen pathophysiologischen Veränderungen der Schmerzleitung, am Prozess der Chronifizierung auch soziale und psychische Faktoren, möglicherweise sogar entscheidender, beteiligt sind (Hasenbring, Hallner & Klasen, 2001). Schiltenswolf & Henningsen (2006) listen eine Reihe empirisch belegter Prädiktoren der Chronifizierung von Schmerzen auf:

- Psychosoziale Belastungen sowie Unzufriedenheit im privaten und im beruflichen Umfeld,
- depressive Stimmung und verminderter Antrieb,
- Neigung Schmerzen zu katastrophisieren,

- Entwicklung von Vermeidungsverhalten,
- Unterdrückende Kognitionen in Verbindung mit dem ausgeprägtem Willen durchzuhalten,
- Traumata in der Kindheit,
- ungünstige Bindungserfahrung,
- sekundärer Krankheitsgewinn in Form von Zuwendung und Entschädigung,
- ungünstiges Verhalten von Ärzten.

2.4 Medikamentöse Therapie

Der Einsatz von Opioiden ist bei der Behandlung akuter Schmerzen sowie bei der Behandlung von tumorbedingten chronischen Schmerzen bereits seit langem allgemein anerkannt (Freye, 2010; McQuay, 1999; Schug, Zech & Dörr, 1990; Zech, Grond, Lynch, Hertel & Lehmann, 1995) und unumstritten sinnvoll. Opioide werden jedoch zunehmend auch zur Behandlung nicht-tumorbedingter chronischer Schmerzen verordnet (Chou et al., 2009; Schubert et al., 2013). Neueren Hochrechnungen zufolge werden bei niedergelassenen Ärztinnen und Ärzten mehr als 260 000 Patienten ambulant mit opioidhaltigen Analgetika behandelt (Reinecke & Sorgatz, 2009). Ärzte verordneten die Opioide zumeist an Patienten mit nicht-tumorbedingten Schmerzen (Schubert et al., 2013).

Der Einsatz von Opioiden zur Behandlung nicht-tumorbedingter Schmerzen wird jedoch durchaus kritisch gesehen (Rosenblum, Marsch, Joseph & Portenoy, 2008), vor allem aufgrund des Fehlens valider Daten zur längerfristigen Effektivität dieser Behandlung (Breivik, 2005; Chapman et al., 2010; Chou et al., 2009). Diese ist nur für kürzere Behandlungszeiträume von bis zu drei Monaten gesichert. Die teilweise unzureichende Schmerzreduktion und die mit diesen Medikamenten verbundenen Nebenwirkungen veranlassen zahlreiche Patienten, die Behandlung vorzeitig abzubrechen (Noble et al., 2010). Neben der oftmals nur geringen Reduktion der Schmerzintensität werden auch kaum Verbesserungen im funktionalen Bereich erzielt. Hierbei konnte auch keine Überlegenheit der Opioide im Vergleich zu anderen Medikamenten nachgewiesen werden (Furlan, Sandoval, Mailis-Gagnon & Tunks, 2006).

Es ist unbestritten, dass Medikamente ein wichtiger Bestandteil der Schmerztherapie sind. Daneben stehen allerdings noch weitere Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung, darunter verhaltenstherapeutische, operative und auch alternative Verfahren. Es wird propagiert, chronische Schmerzen stets interdisziplinär, auch unter Einbezug physio- und psychotherapeutischer Interventionen zu behandeln (Kröner-Herwig, 2009; Nielson & Weir, 2001; Roditi & Robinson, 2011). Insbesondere verhaltenstherapeutische und multimodale Therapieansätze haben sich dabei als effektiv erwiesen (Morley, Eccleston & Williams, 1999). Für die Langzeitanwendung von Opioiden bei nicht-tumorbedingten Schmerzen (LONTS), also die medikamentöse Langzeittherapie, hat die Deutsche Schmerzgesellschaft Leitlinien herausgegeben (Deutsche Schmerzgesellschaft, 2009; Schmidt et al., 2010), die evidenzbasierte Behandlungsempfehlungen enthalten.

Um eine Chronifizierung zu verhindern, ist bereits eine rechtzeitige und ausreichende Bekämpfung der akuten Schmerzen angezeigt (Zieglgänsberger, 2012). Die medikamentöse Schmerztherapie erfolgt nach Regeln, die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) ursprünglich für die Therapie von Tumorschmerzen aufgestellt wurden. In einem Stufenschema werden hier drei Stufen unterschieden (Abbildung 1): Nichtopioidanalgetika (Stufe 1), schwache Opioide (Stufe 2) und starke Opioide (Stufe 3). Wird mit den Präparaten einer niedrigeren Stufe keine ausreichende Schmerzreduktion mehr erreicht oder überwiegen die Nebenwirkungen den Nutzen, sollten

Präparate der nächsthöheren Stufe eingesetzt werden. Die Präparate der einzelnen Stufen können dabei mitunter kombiniert werden.

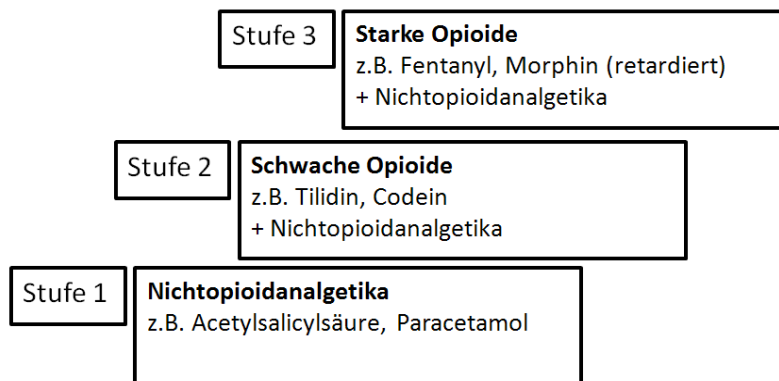


Abbildung 1: WHO-Stufenschema der Schmerztherapie.

Nichtopioidanalgetika wie zum Beispiel Acetylsalicylsäure (ASS) wirken fast ausschließlich in der Peripherie. Ihre analgetische Wirkung beruht vorwiegend auf der Hemmung der Prostaglandinsynthese (Schandry, 2011). Sie werden der Stufe 1 zugeordnet. Der Begriff „Opioid“ ist eine Sammelbezeichnung für eine chemisch heterogene Gruppe natürlicher und chemischer Verbindungen mit morphinartiger Wirkung, die an Opioidrezeptoren binden und so ihre analgetische Wirkung entfalten. Als „Opiate“ werden hingegen nur die natürlichen, aus dem Opium extrahierten Alkaloide und deren Abkömmlinge bezeichnet. Hierzu gehören Morphin und Codein. Starke Opioide unterliegen dem Betäubungsmittelgesetz und sind der Stufe 3 des WHO-Schemas zugeordnet. Grundsätzlich ist umstritten, ob das WHO-Stufenschema einfach auf die Behandlung nicht-tumorbedingter Schmerzen übertragen werden kann. Dies insbesondere in Bezug auf die langfristige Behandlungsperspektive und aufgrund der ungeklärten Sicherheitsaspekte der Pharmakotherapie. So ist beispielsweise die regelhafte Kombination von Opioiden und Nicht-Opioiden nicht immer sinnvoll (Freye, 2010).

Die Zahl der Verordnungen von Opioidanalgetika ist in den vergangenen Jahren enorm angestiegen (Schubert et al., 2013). Insbesondere wurden diese verstärkt zur Behandlung nicht-tumorbedingter chronischer Schmerzen verschrieben (Boudreau et al., 2009; Schubert et al., 2013). Fentanyl war 2010 mit 60.4 Mio. Tagesdosen das am häufigsten verordnete starke Opioid. Im Vergleich dazu wurden 28.6 Mio. Tagesdosen Oxycodon, 18.8 Mio. Tagesdosen Morphin, 16.6 Mio. Tagesdosen Hydromorphon und 12.4 Mio. Tagesdosen Buprenorphin verordnet (Böger & Schmidt, 2011). Das höchste Verordnungsvolumen (216.4 Mio. Tagesdosen vs. 136.8 Mio. Tagesdosen) erreichten aber nach wie vor noch Tilidin und Tramadol, die der Stufe 2 (schwache Opioide) zugeordnet werden und nicht unter die Betäubungsmittelverschreibungsverordnung fallen.

Die schmerzausschaltende Wirkung (Potenz) der Opioide ist unterschiedlich groß (Tabelle 2). Zu Vergleichszwecken kann die Dosierung jedes Opioids in die entsprechende Morphinäquivalenzdosis umgerechnet werden (z.B. Clemens, Faust & Jaspers, 2011; Freye, 2010). Diese gibt an, welche Menge Morphin notwendig wäre, um dieselbe schmerzstillende Wirkung zu erzielen. So muss zum Beispiel von Hydromorphon nur 1/7 bis 1/10 der Menge von Morphin (in mg) eingenommen werden, um die gleiche Analgesie zu erzielen.

Zur Therapie chronischer Schmerzen werden die Opioide vorwiegend in retardierter Form eingesetzt. Damit kann eine lang andauernde Schmerzreduktion erreicht werden. Der Wirkstoff wird dabei, je nach Art der Darreichungsform, über einen Zeitraum von acht bis 24 Stunden nach der Einnahme an den Körper abgegeben. Alternativ stehen transdermale Applikationsformen zur

Verfügung. Hier wird der Wirkstoff von einem Pflaster über die Haut abgegeben und gelangt so in die Blutbahn. In Deutschland sind Pflaster mit Fentanyl und mit Buprenorphin verfügbar. Diese müssen nach etwa drei Tagen (Fentanyl) bzw. nach drei bis sieben Tagen (Buprenorphin) gewechselt werden. Unabhängig von der Wahl des Opioids und der Applikationsform (Pflaster, Tabletten) ist das Grundprinzip der Opioidbehandlung die Gabe nach zu erwartender Wirkdauer und nicht nach subjektiver Wirkung. Nur so können Schmerzsitzen vermieden und eine stabile Einstellung erzielt werden.

Tabelle 2: Analgetische Wirkungsstärke ausgewählter Opiode bezogen auf Morphin (Freye, 2010, S. 55).

Opioid	Wirkungsstärke
Tilidin	0.05-0.07
Tramadol	0.05-0.07
Morphin	1
Oxycodon	1.5-1.8
Hydromorphon	7-10
Buprenorphin	60-100
Fentanyl	100-300

Für Durchbruchschmerzen, die plötzlich, schnell und sehr stark einsetzen, erhalten Tumorschmerzpatienten häufig eine zusätzliche Bedarfsmedikation. Die hierfür verwendeten Präparate sind nicht retardiert und wirken daher bereits kurz nach der Einnahme. Für die Behandlung nicht-tumorbedingter Schmerzen werden diese schnell- und kurzwirksamen Darreichungsformen wegen ihres erhöhten Suchtpotentials allerdings nicht empfohlen. Darüber hinaus stellen sie unter der Perspektive der Fahrsicherheit eine besondere Problematik dar.

Nur in den seltensten Fällen ist eine Schmerztherapie eine Monotherapie mit nur einer Substanz. Einer Studie zur Qualität der medikamentösen Schmerztherapie zufolge erhielten 73% aller Patienten zusätzlich zur Schmerzmedikation noch zwei oder mehr weitere Präparate (Müller-Schwefe, 2012). Hierbei kommen insbesondere Antikonvulsiva und Antidepressiva, selten auch Substanzen wie NMDA-Rezeptorblocker zur Anwendung. Antidepressiva und Antikonvulsiva haben eine nachgewiesene Wirkung auf Schmerzen, die auf Schädigungen von Strukturen des Nervensystems zurückzuführen sind (neuropathische Schmerzen) oder auf Schmerzen mit Hinweisen für eine Sensibilisierung des Schmerzsystems (Fibromyalgie). Darüber hinaus liegen bei vielen Patienten gemischte Schmerzen mit nozizeptiven und neuropathischen Schmerzanteilen vor, so dass eine Behandlungsindikation regelmäßig gegeben ist. Da der Wirkort dieser Substanzen im Zentralnervensystem liegt, haben Antidepressiva und Antikonvulsiva meist auch eine dämpfende, die neuronale Übererregbarkeit regulierende Wirkungen, aber auch entsprechende Nebenwirkungen (Zieglänsberger, 2012). Ein weiterer Grund für den Einsatz dieser Art von Medikamenten ist die schon zuvor erwähnte häufige Komorbidität mit psychiatrischen Störungen. Zusammenfassend stellt die Polymedikation, aus verschiedenen medizinischen Gründen, in der Therapie des chronischen Schmerzes somit eher die Regel als eine Ausnahme dar.

2.5 (Fahrrelevante) Nebenwirkungen einer analgetischen Medikation mit Opioiden

Wie fast alle Medikamente, haben auch Opiode unerwünschte Nebenwirkungen, von denen einige die Fahrsicherheit beeinträchtigen können. Diese Nebenwirkungen sind u.a. bei Freye (2010) und Mutschler et al. (2001) beschrieben. Sie sind bei den einzelnen Opiaten unterschiedlich stark ausgeprägt und führen häufig zum Behandlungsabbruch durch die Patienten (Noble et al., 2010).

Eine der wesentlichsten Nebenwirkungen ist die zentrale Atemdepression, die direkt proportional zur schmerzstillenden Wirkung auftritt (siehe Tabelle 2). Sie ist jedoch in erster Linie bei der akuten Anwendung relevant. Bei der chronischen Behandlung spielt sie hingegen kaum eine Rolle. Eine Ausnahme stellen hier aber Patienten mit Störungen des Atemantriebs, wie zum Beispiel einem Schlafapnoe-Syndrom, dar.

Bei der langfristigen Einnahme von Opioiden, insbesondere in höherer Dosierung, kommt es bei fast allen Patienten zur Obstipation. Dieser kann durch die Gabe von Laxantien entgegengewirkt werden. Die Obstipation ist bei transdermaler Applikation womöglich weniger stark ausgeprägt. Targin® ist ein Kombinationspräparat, das aus retardiertem Oxycodon und retardiertem Naloxon besteht. Letzteres bindet an die Opioidrezeptoren des Darms und wirkt damit dieser unerwünschten Nebenwirkung entgegen.

Aufgrund der kontrollierten und zeitkontingenten Einnahme retardierter Präparate wird die Entwicklung einer psychischen Abhängigkeit in der Langzeitanwendung als unwahrscheinlich erachtet. Jedoch ist eine physische Abhängigkeit zu erwarten. Zur Toleranzentwicklung kommt es bei der Behandlung chronischer Schmerzen dagegen eher selten. Eine erforderliche Dosissteigerung steht hier zumeist mit dem Anstieg der Schmerzintensität in Zusammenhang.

Von besonderer Bedeutung in Bezug auf die Fahrsicherheit ist die sedierende Wirkung der Opiode. Diese tritt häufig und vorwiegend in der Einstellungsphase, aber auch bei Dosisanpassungen und beim Wechsel des Opioids auf. Da sich eine Toleranz entwickelt, verschwindet diese Nebenwirkung zumeist nach 8-10 Tagen. Zahlreiche Studien haben sich mit der Beeinträchtigung kognitiver und psychomotorischer Funktionen beschäftigt. Diese werden in Kapitel 5.2 ausführlich dargestellt.

Bei 40-60% aller Patienten treten zu Anfang der Behandlung mit starken Opioiden Schwindel und Erbrechen auf, die jedoch nach zwei bis drei Tagen in aller Regel zurückgehen. Ebenso geht die anfängliche Vigilanzminderung mit der Zeit zurück. Es kann zu einer Erhöhung der Stimmungslage kommen. Weiterhin sind Mundtrockenheit und Konzentrationsstörungen häufig berichtete Nebenwirkungen einer Therapie mit Opioiden (Kalso et al., 2004; Moore & McQuay, 2005). In einer Befragungsstudie gaben 73% der Schmerzpatienten unter Opioidtherapie an, Einschlafstörungen zu haben, 80% litten an Durchschlafstörungen. Diese Störungen des Schlafs bewirkten, dass sich 73% der Studienteilnehmer am Morgen nicht ausgeruht fühlten (Müller-Schwefe, 2012).

Da sich eine Reihe dieser Nebenwirkungen ungünstig auf die Fahrsicherheit auswirken können, sollten Ärzte ihren Patienten bei der Neueinstellung auf ein Opioid empfehlen, mindestens für zwei bis drei Wochen kein Kraftfahrzeug zu führen. Selbiges gilt bei Änderungen der Opioidmedikation (Sabatowski et al., 2008).

Die Ergebnisse einer Befragungsstudie (Veldhuijzen, van Wijck & Verster et al., 2006) unterstreichen die Wichtigkeit der ärztlichen Aufklärung. Hier wurde untersucht, in wieweit entsprechende Warnhinweise auf der Arzneimittelverpackung und das Wissen um die verkehrsgefährdende Wirkung von Opioiden das Verhalten von Patienten beeinflussen. Die Ergebnisse waren ernüchternd: 71% der Befragten, die ein Medikament einnahmen, auf dessen Verpackung eindeutig auf die Beeinträchtigung der Fahrsicherheit hingewiesen wurde, fuhren trotzdem weiter selbst Auto. 40% davon gaben sogar an, nicht vorsichtiger zu fahren als zuvor. Entsprechend wird auch gefordert, dass Ärzte Patienten, die noch selbst Auto fahren möchten, bevorzugt mit Medikamenten behandeln, die sich weniger nachteilig auf die Fahrsicherheit auswirken (Raes, van den Neste & Verstraete, 2008).

3 Grundlagen zur Bewertung der Fahrsicherheit unter psychoaktiver Medikation

3.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die grundlegende Voraussetzung für die Teilnahme am Straßenverkehr ist die Eignung (Fries, Wilkes & Lössl, 2008), was darunter zu verstehen ist, hat der Gesetzgeber in der Fahrerlaubnisverordnung (FeV) und im Straßenverkehrsgesetz (StVG) festgelegt. Nach einer Begriffsklärung werden im folgenden Abschnitt die rechtlichen Grundlagen erläutert und Methoden zur Feststellung der Fahreignung dargestellt.

3.1.1 Fahreignung, Fahrfertigkeit und Fahrsicherheit

„Unter **Fahreignung** wird die zeitlich weitgehend stabile, von aktuellen Situations- und Befindlichkeitsparametern unabhängige Fähigkeit zum Führen eines Kraftfahrzeugs im Straßenverkehr verstanden. (...) Die Begriffe „Fahreignung“, „Fahrtauglichkeit“ und „Fahrereignung“ werden häufig synonym verwendet“ (Berghaus & Brenner-Hartmann, 2012, S. 133).

Fahrfertigkeit bezeichnet hingegen „... die durch Training, Übung und Erfahrung ausgebildeten Fähigkeiten ...“ (Berghaus & Brenner-Hartmann, 2012, S. 133). Häufig werden hierfür auch die Begriffe Fahrfähigkeit und Fahrkompetenz verwendet. Es handelt sich dabei also um solche Fertigkeiten, die in der Fahrschule vermittelt und mit zunehmender Fahrerfahrung ausgebaut werden. Berghaus & Brenner-Hartmann (2012) grenzen von der Fahreignung und der Fahrfertigkeit noch die **Fahrsicherheit** ab, unter der sie „...die situations- und zeitbezogene Fähigkeit zum Führen eines Fahrzeug ...“ (S. 134) verstehen. Im Gegensatz zur Fahreignung, die als zeitlich stabil betrachtet wird, kann sich die Fahrsicherheit im Verständnis dieser Definition verändern. Zu Veränderungen der Fahrsicherheit, synonym auch **Fahrtüchtigkeit** genannt, kann es aufgrund äußerer Faktoren oder dem Zustand des Fahrers kommen.

Fahreignung und Fahrsicherheit sind als Konstrukte zu verstehen. Um diese einer Erfassung zugänglich zu machen, müssen sie operationalisiert werden. Unter der Perspektive einer strafrechtlichen Verfolgung wird das beobachtbare Verhalten des Fahrers dazu herangezogen. Verhaltensweisen wie zu dichtes Auffahren oder auch Überschreitungen von Geschwindigkeitsbegrenzungen sind, neben Unfällen, solche Verhaltensweisen des Fahrers, die Rückschlüsse auf dessen Fahrsicherheit und Fahreignung zulassen.

In der vorliegenden Arbeit wird ebenfalls eine Unterscheidung nach der überdauernden Eignung einer Person zum Führen eines Kraftfahrzeugs und nach der Fahrsicherheit getroffen. Letztere wird unter Bezugnahme auf die eingangs dargelegte Definition als situations- und zeitbezogen betrachtet.

3.1.2 Gesetzliche Regelungen

Die Teilnahme am motorisierten Straßenverkehr ist in §1 der Fahrerlaubnisverordnung (FeV) verankert:

„Zum Verkehr auf öffentlichen Straßen ist jedermann zugelassen, soweit nicht für die Zulassung zu einzelnen Verkehrsarten eine Erlaubnis vorgeschrieben ist.“

Zwar hat jeder das Recht zur Teilnahme am Straßenverkehr, jedoch hat auch die Allgemeinheit ein Recht auf Sicherheit im Straßenverkehr, so dass sich die beiden Rechte mitunter gegenüberstehen (Fries et al., 2008).

Die Erlaubnis, ein motorisiertes Fahrzeug zu fahren, wird mit dem Ablegen der Führerscheinprüfung erworben. Die grundlegende Voraussetzung für die Teilnahme am Straßenverkehr ist aber die Eignung (Fries et al., 2008), wobei zwischen uneingeschränkter und bedingter Eignung unterschieden wird. Was unter Eignung zu verstehen ist, wird im StVG und in der FeV spezifiziert:

- „Geeignet zum Führen von Kraftfahrzeugen ist, wer die notwendigen körperlichen und geistigen Anforderungen erfüllt und nicht erheblich oder nicht wiederholt gegen verkehrsrechtliche Vorschriften oder gegen Strafgesetze verstoßen hat (§2 Absatz 4 Satz 1 StVG)“.
- „Bewerber um eine Fahrerlaubnis müssen die hierfür notwendigen körperlichen und geistigen Anforderungen erfüllen (§11 Absatz 1 Satz 1 FeV)“.

Demnach dürfen keine körperlichen oder geistigen Mängel vorliegen, die vermuten lassen, dass eine Person nicht dazu in der Lage ist, ein Fahrzeug sicher zu führen.

Hinter dem Konzept der Fahreignung steht, so führen Berghaus und Brenner-Hartmann (2012) aus, die Grundannahme, dass eine Person, solange sie körperlich und geistig gesund ist, nach dem Bestehen der Fahrprüfung dazu in der Lage ist, ein Fahrzeug sicher im Straßenverkehr zu führen. Eine Überprüfung erfolgt erst dann, wenn Faktoren vorliegen, die sich negativ auf die Eignung auswirken können.

Anlage 4 zur FeV gibt einen Hinweis darauf, was solche Faktoren sind. Dort sind Erkrankungen und Beeinträchtigungen aufgeführt, die häufig vorkommen und langfristig bestehen. Zu jeder Beeinträchtigung ist dort angegeben, ob die Eignung völlig ausgeschlossen oder nur bedingt gegeben ist. Ist sie nur bedingt gegeben, müssen Auflagen erfüllt werden.

In den Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung (BASt, 2010) sind die Leistungsvoraussetzungen weiter ausgeführt und konkretisiert. Diese Leitlinien richten sich an Gutachter und sollen als Entscheidungshilfe bei der Erstellung von Gutachten über die Fahreignung dienen. Gutachten können bei Zweifeln an der Fahreignung durch die Fahrerlaubnisbehörde angeordnet werden. Es gibt zwei Arten von Gutachten, das ärztliche Gutachten, mit dem der momentane Gesundheitszustand festgestellt wird und die medizinisch-psychologische Untersuchung (MPU), die auch eine Prognose über die zukünftige Fahreignung macht. Die MPU ist deutlich aufwändiger, sie wird von einem Arzt und einem Psychologen durchgeführt und ist immer auch mit einer Leistungstestung verbunden, auf die später noch eingegangen wird.

Gehörlosigkeit oder Herzrhythmusstörungen sind Beispiele für Erkrankungen, die in Anlage 4 zur FeV enthalten sind und für die in den Begutachtungsleitlinien Leitsätze formuliert sind. Generell wird eine Gefährdung angenommen, wenn (Sprecher, Albrecht & Janssen, 2009):

- ein Fahrer die Anforderungen zum sicheren Führen eines Kraftfahrzeugs nicht mehr erfüllen kann,
- die Gefahr besteht, dass es plötzlich zu Ausfällen kommt (z.B. plötzlicher Verlust des Bewusstseins) oder
- Zweifel daran bestehen, dass sich ein Fahrer regelkonform und sicherheitsorientiert verhält (z.B. aufgrund von Persönlichkeitsveränderungen).

Chronische Schmerzen kommen in Anlage 4 nicht vor. Vorrübergehende Erkrankungen, wie beispielsweise Infekte oder auch seltene Erkrankungen wurden dort explizit ausgespart. Dies bedeutet jedoch nicht, dass durch diese keine Einschränkungen der Eignung bedingt sein können. Hier greift die Pflicht zur Selbstüberprüfung. Sie gilt für jeden Verkehrsteilnehmer gleichermaßen, also auch für Fußgänger und Radfahrer: „Wer sich infolge körperlicher oder geistiger Mängel nicht sicher im Verkehr bewegen kann, darf am Verkehr nur teilnehmen, wenn Vorsorge getroffen ist,

dass er andere nicht gefährdet“ (§2 Absatz 1 Satz 1 FeV). Unter diese Vorgabe fallen auch vorübergehende Erkrankungen wie zum Beispiel eine schwere Grippe oder die noch nicht abgeklungenen Folgen einer Erkrankung. Hierzu zählen aber auch Ermüdung oder ein „Kater“ nach übermäßigem Alkoholkonsum (Fries et al., 2008).

Neben den körperlichen Voraussetzungen, bei denen es um die erforderliche willkürliche Beweglichkeit der Gliedmaßen, ausreichendes Hör- und Sehvermögen sowie um einen ungestörten Gleichgewichtssinn geht, müssen auch kognitive Anforderungen erfüllt werden. In Anlage 5 zur FeV sind Orientierungsleistung, Konzentrationsfähigkeit, Aufmerksamkeit, Reaktionsfähigkeit und Belastbarkeit aufgelistet. In den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahrereignung sind diese Begriffe näher erläutert (BASt, 2010). Experten kritisieren, dass für die aufgelisteten Leistungsbereiche keine ausreichende theoretische Basis vorhanden ist und diese auch nicht den aktuellen kognitiven Modellen entsprechen (Golz, Huchler, Jörg & Küst, 2004). Eine Überarbeitung der in der FeV aufgeführten Anforderungen wird daher als dringend notwendig erachtet (Poschadel, Falkenstein, Pappachan, Poll & Hinckeldey, 2009).

Auch fehlen Angaben darüber, wie diese recht unkonkret formulierten Leistungsbereiche zu erfassen sind. Hier beschränken sich die Vorgaben auf die Forderung, dass die psychische Leistungsfähigkeit „mit geeigneten, objektivierbaren psychologischen Testverfahren“ (BASt, 2010, S. 16) zu untersuchen ist. Welche Verfahren konkret eingesetzt werden sollen, wird nicht angegeben. Es wird lediglich gefordert, dass diese Verfahren „nach dem Stand der Wissenschaft standardisiert und unter Aspekten der Verkehrssicherheit validiert“ (Anlage 5, Abs. 2) sein müssen.

Bei der Überprüfung der kognitiven Leistung ist ausschlaggebend, ob die Mindestanforderungen zum Führen eines Kraftfahrzeugs erfüllt werden (BASt, 2010). Diese Mindestanforderungen sind für eine Fahrerlaubnis der Gruppe 1 (im wesentlichen PKW und Motorrad) niedriger als für eine Fahrerlaubnis der Gruppe 2 (im wesentlichen LKW und Fahrgastbeförderung). Erstere müssen in allen eingesetzten Leistungstests einen Prozentrang von 16 bezogen auf eine altersunabhängige Vergleichsstichprobe erreichen, Letztere einen Prozentrang von 33 und zusätzlich mindestens einen Prozentrang von 16 in den relevanten Verfahren. Der Prozentrang besagt, welcher Anteil von Personen in der Vergleichsgruppe eine gleich gute oder schlechtere Leistung erzielt hat.

Werden diese Mindestanforderungen nicht erfüllt, dann steht die Eignung der getesteten Person in Zweifel. Solche Zweifel können allerdings dann ausgeräumt werden, wenn das schlechte Abschneiden nur situationsbedingt war, zum Beispiel aufgrund von Störungen während der Testung. Eignungszweifel können aber auch ausgeräumt werden, indem eine schlechte Leistung in einem Test durch eine gute Leistung in einem anderen Test ausgeglichen wird. Schließlich besteht noch die Möglichkeit, in einer Fahrprobe den Nachweis zu erbringen, dass sich die schlechte Testleistung nicht auf das Fahrverhalten auswirkt (BASt, 2010).

Werden die Mindestanforderungen in der Testung nicht erfüllt und können Zweifel an der Eignung auch nicht durch die Leistung in der Fahrprobe ausgeräumt werden, kann noch immer eine bedingte Eignung festgestellt werden (§ 11 Abs. 2 FeV). Diese kommt in Betracht, wenn „... zwar gravierende Leistungsbeeinträchtigungen bestehen und deshalb eine uneingeschränkte Fahrtätigkeit [...] nicht in Frage kommt, aber das Risiko durch geeignete Auflagen und Beschränkungen auf ein vertretbares Maß zu reduzieren ist“ (BASt, 2010, S. 17). Fahren kann dann unter Auflagen, wie beispielsweise einer Geschwindigkeitsbegrenzung oder der Beschränkung auf ein Gebiet, erlaubt werden.

Eine zentrale Bedeutung kommt der Möglichkeit zur Kompensation zu, worunter die „Behebung oder der Ausgleich von Leistungsmängeln oder Funktionsausfällen bzw. fahreignungsrelevanten Defiziten durch andere Funktionssysteme“ (BASt, 2010, S. 18) zu verstehen ist. Kompensatorische Faktoren sind technische Einrichtungen im Fahrzeug, die medizinische Behandlung von Erkrankungen oder auch eine sicherheitsorientierte Grundeinstellung des Fahrers. In jedem Fall wird

aber eine „ausreichende intellektuelle Leistungsfähigkeit, die ein vorausschauendes Fahren bzw. eine Früherkennung von Gefahrensituationen ermöglicht“ (BASt, 2010, S. 18) vorausgesetzt.

Für Patienten mit chronischen Schmerzen besteht, wie für alle anderen Fahrer auch, die Pflicht zur Selbstüberprüfung ihrer Leistungsfähigkeit vor Antritt jeder Fahrt (Berghaus, Käferstein & Rothschild, 2006). Dies schließt auch ein, dass sich Patienten über die möglichen Nebenwirkungen ihrer Medikation informieren. Sie können dies durch Lesen des Beipackzettels tun. Im Zweifelsfall müssen sie ihren Arzt befragen. Ärzte haben ihrerseits die Pflicht, Patienten darüber aufzuklären, ob aufgrund ihres Gesundheitszustands eine sichere Teilnahme am Straßenverkehr noch möglich ist. Sie sind auch verpflichtet, über fahrsicherheitsrelevante Nebenwirkungen von Medikamenten aufzuklären (Fries et al., 2008). Schätzungen zufolge können immerhin 15-20% der in Deutschland verfügbaren Medikamente die Fahrsicherheit beeinträchtigen (Brunnauer & Laux, 2008). Hat der Arzt seinen Patienten ausreichend aufgeklärt, besteht für ihn aus juristischer Sicht kein weiterer Handlungsbedarf. Der Arzt ist keinesfalls verpflichtet, einen uneinsichtigen Patienten am Fahren zu hindern (Berghaus et al., 2006).

§24a StVG besagt „(2) Ordnungswidrig handelt, wer unter der Wirkung eines in der Anlage zu dieser Vorschrift genannten berauschenden Mittels im Straßenverkehr ein Kraftfahrzeug führt. Eine solche Wirkung liegt vor, wenn eine in der Anlage genannte Substanz im Blut nachgewiesen wird. Satz 1 gilt nicht, wenn die Substanz aus der bestimmungsgemäßen Einnahme eines für einen konkreten Krankheitsfall verschriebenen Arzneimittels herrührt.“

Die in der Anlage geführte Liste (Tabelle 3) umfasst Substanzen, die in der Regel als Rauschmittel eingesetzt werden. Morphin ist in dieser Liste zwar enthalten, jedoch werden Medikamente explizit ausgeklammert. Dies gilt allerdings nur, wenn die Einnahme gemäß einer ärztlichen Verordnung erfolgt. Wird bei Schmerzpatienten also Morphin im Blut nachgewiesen, liegt keine Ordnungswidrigkeit vor, wenn das Medikament tatsächlich verordnet wurde und die im Blut nachgewiesene Konzentration im therapeutischen Bereich liegt (Berghaus, 2008).

Tabelle 3: Anlage zu §24a StVG.

Berauschende Mittel	Substanzen
Cannabis	Tetrahydrocannabinol (THC)
Heroin	Morphin
Morphin	Morphin
Kokain	Kokain
Kokain	Benzoyllecgonin
Amphetamin	Amphetamin
Designer-Amphetamin	Methylendioxyamphetamin (MDA)
Designer-Amphetamin	Methylendioxyethylamphetamin (MDE)
Designer-Amphetamin	Methylendioxymetamphetamin (MDMA)
Metamphetamin	Metamphetamin

Werden jedoch Fahrfehler begangen oder stellen Polizeibeamte eine unsichere Fahrweise fest, dann gelten selbst bei ordnungskonformer Einnahme die Regelungen des Strafgesetzbuches. Die Straftatbestände Gefährdung des Straßenverkehrs (§315c) oder Trunkenheit im Verkehr (§316) können mit Führerscheinentzug, Geldstrafen oder Freiheitsstrafe geahndet werden und gelten auch für Patienten, die ihre Medikamente gemäß der ärztlichen Verordnung eingenommen haben. Hier sieht das Strafrecht keine Sonderbehandlung für Medikamente vor (Berghaus et al., 2006). Es wird strafrechtlich verfolgt, wenn durch die Medikamenteneinnahme ein geistiger oder körperlicher Mangel verursacht worden ist. Anders als nach Alkoholkonsum, wo bei einem Blutalkoholspiegel von

1.1‰ eine absolute Fahrunsicherheit angenommen wird, gibt es für Medikamentenwirkstoffe bis dato keine festgelegten Grenzwerte.

„Wer im Straßenverkehr ein Fahrzeug führt, obwohl er a) infolge des Genusses alkoholischer Getränke oder anderer berauschender Mittel oder b) infolge geistiger oder körperlicher Mängel nicht in der Lage ist, das Fahrzeug sicher zu führen [...] und dadurch Leib oder Leben eines anderen Menschen oder fremde Sachen von bedeutendem Wert gefährdet, wird mit Freiheitsstrafe bis zu fünf Jahren oder mit Geldstrafe bestraft“ (§315c StGB).

„Wer im Verkehr [...] ein Fahrzeug führt, obwohl er infolge des Genusses alkoholischer Getränke oder anderer berauschender Mittel nicht in der Lage ist, das Fahrzeug sicher zu führen, wird mit Freiheitsstrafe bis zu einem Jahr oder mit Geldstrafe bestraft [...]“ (§316 StGB).

Zur Verurteilung von Schmerzpatienten, die unter Opioidenfluss gefahren sind, könnte es auf dieser Rechtsgrundlage aber nur unter folgenden Bedingungen kommen (Berghaus, 2008):

- Es wurden Fahrfehler begangen oder eine unsichere Fahrweise gezeigt,
- das Opioid wurde im Blut nachgewiesen und
- die Leistungsbeeinträchtigung konnte auf die Wirkung des Opioids zurückgeführt werden.

Dieser Nachweis über einen ursächlichen Zusammenhang zwischen Leistungsbeeinträchtigung und Opioidwirkung kann in der Regel nur durch ein Sachverständigengutachten erbracht werden. Möglich wäre auch die strafrechtliche Verfolgung, wenn ein Schmerzpatient durch einen Fahrfehler auffällig geworden ist und keine Medikamente nachgewiesen wurden. Dann müsste jedoch der Nachweis erbracht werden, dass der körperliche Mangel durch den Schmerz verursacht wurde (Berghaus, 2008).

Anklagen wegen Fahrens unter der Wirkung berauschender Medikamente oder wegen geistiger bzw. körperlicher Mängel, die auf eine Medikamentenwirkung zurückzuführen sind, sind insgesamt äußerst selten. Dies liegt unter anderem daran, dass diese Auswirkungen bei der Unfallaufnahme, selbst für erfahrene Beamte, kaum zu erkennen sind. Darüber hinaus werden etwaige Beeinträchtigungen oft durch die Nervosität bei der Überprüfung überdeckt (Grellner & Berghaus, 2012).

3.1.3 Prüfung der Fahreignung

Wurde ein Fahrverbot verhängt, wird der Führerschein nach Ablauf der verhängten Frist wieder ausgehändigt. Wurde der Führerschein hingegen entzogen, muss die Fahrerlaubnis neu beantragt werden. Wenn dann Zweifel an der Eignung einer Person bestehen, kann die Fahrerlaubnisbehörde ein Gutachten anfordern, in dem die Eignung geprüft wird. Dies geschieht in einer Medizinisch-Psychologischen Untersuchung (MPU).

In Deutschland dürfen MPUs nur durch amtlich anerkannte Begutachtungsstellen durchgeführt werden. Diese müssen zuvor von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) akkreditiert und überprüft worden sein. 2010 waren in Deutschland 14 Begutachtungsträger zugelassen (BASt, 2011). Die Überprüfung der Begutachtungsstellen dient im Wesentlichen der Qualitätssicherung und der Sicherung des Datenschutzes (für einen Überblick siehe Heinrich, Bartmann, Hoffmann & Weinand, 2009). Der Ablauf der Begutachtung der Fahreignung orientiert sich an den Vorgaben der FeV und des StVG. Dabei geht es darum festzustellen, ob eine Person zum sicheren Führen eines Kraftfahrzeugs in der Lage ist und, ob zu erwarten ist, dass dies auch in Zukunft gegeben sein wird.

2010 wurden in Deutschland 101 596 medizinisch-psychologische Untersuchungen durchgeführt. 54% dieser Gutachten, und damit der Großteil, wurden in Zusammenhang mit Alkohol durchgeführt. 20% waren der Anlassgruppe „Drogen und Medikamente“ zugeordnet, die in der Statistik nicht

weiter differenziert wird. Begutachtungen aufgrund von körperlichen und/oder geistigen Mängeln spielten mit 1% eine untergeordnete Rolle (BASt, 2011).

Die MPU besteht immer aus einer ärztlichen Untersuchung und der psychologischen Exploration. Im Rahmen der Exploration wird auch eine Leistungstestung durchgeführt. Während die ärztliche Untersuchung der Feststellung des aktuellen Gesundheitszustands dient, soll mit Hilfe der Exploration eine Prognose über die zukünftige Eignung ermöglicht werden. In der Exploration kommen unterschiedliche Verfahren zum Einsatz, die im Folgenden kurz beschrieben werden.

- Exploration

Die Exploration ist in Deutschland ein wesentlicher Bestandteil der MPU. Bukasa & Utzelmann (2009) geben darüber einen Überblick. Anders als die ärztliche Untersuchung, soll mit Hilfe der Exploration eine Prognose über das zukünftige Verhalten gegeben werden. Dazu wird zunächst versucht zu identifizieren, wie es zu dem Fehlverhalten kommen konnte, das dem Entzug der Fahrerlaubnis vorausging. Weiterhin soll geklärt werden, wie das Vergehen und vor allem die in der Folge erteilte Strafe verarbeitet wurde. Es wird weiterhin geprüft, ob das dem Verstoß zugrundeliegende Problem bewältigt wurde und ob tragfähige Strategien entwickelt wurden, die erwarten lassen, dass dieses Verhalten in Zukunft nicht mehr auftritt. Wurde der Führerschein wegen Trunkenheit am Steuer entzogen, kann hier beispielsweise geprüft werden, ob der Untersuchte in der Lage ist, kontrolliert zu trinken. Es wird auch geprüft, ob der Untersuchte in der Lage ist, Alkoholkonsum und Fahren zu trennen. Im Kommentar zu den Begutachtungsleitlinien (Schubert, Schneider W., Eisenmenger & Stephan, 2005) finden sich Hinweise zum Vorgehen. Dort werden zunächst Hypothesen über die Anforderungen an das Verhalten und an die Einstellung des Untersuchten formuliert. Zu diesen werden Kriterien aufgeführt, anhand derer geprüft werden kann, ob diese erfüllt sind oder nicht. Aus der Erfüllung oder Nicht-Erfüllung werden dann konkrete Befunde abgeleitet.

- Leistungstests

Mit kraftfahrtspezifischen Leistungstests werden die kognitiven Leistungsbereiche erfasst, die für das sichere Fahren als relevant erachtet werden. Gemäß Anlage 5 zur FeV sind dies „Orientierungsleistung“, „Konzentrationsfähigkeit“, „Aufmerksamkeit“, „Reaktionsfähigkeit“ und „Belastbarkeit“. Zur Testung werden fast ausschließlich computerbasierte Systeme eingesetzt. Zumeist findet nur ein Screening statt. Eine eingehende Überprüfung anhand dieser Leistungstests findet zumeist nur statt, wenn aufgrund anderer Untersuchungen oder der Vorgeschichte der konkrete Verdacht einer Leistungsbeeinträchtigung besteht (Bukasa & Utzelmann, 2009). Die am häufigsten in Deutschland eingesetzten Verfahren zur Leistungsüberprüfung sind (Bukasa & Utzelmann, 2009; Poschadel et al., 2009):

- Wiener Testsystem Verkehr der Schuhfried GmbH (www.psyexpert.de),
- ART90 und ART2020 des Kuratoriums für Verkehrssicherheit (www.kfv.at) und
- Corporal des Instituts für Testentwicklung und –anwendung (www.vistec-ag.de).

Poschadel et al. (2009) zählen zu den häufig eingesetzten Verfahren unter anderem noch den Aufmerksamkeits-Belastungs-Test d2, ein Papier-und-Bleistift-Verfahren sowie die Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung zur Überprüfung der Fahrtauglichkeit (TAP-M). Bei dieser handelt es sich ebenfalls um einen computerbasierten Test, der aus mehreren Untertests besteht. Bei allen computerbasierten Testsystemen wird die individuelle Leistung einer Person auch in Prozentränge umgerechnet ausgegeben. Prozentränge geben an, welcher Anteil von Personen in einer Referenzstichprobe eine gleich gute oder schlechtere Leistung erzielte. Die Begutachtungsleitlinien sehen dabei immer den Vergleich mit altersunabhängigen Prozenträngen vor (BASt, 2010) und

tragen somit dem Umstand Rechnung, dass im Straßenverkehr alle Altersgruppen dieselben Anforderungen bewältigen müssen.

Das Wiener Testsystem wird in der vorliegenden Arbeit eingesetzt und daher an anderer Stelle eingehend beschrieben (Kapitel 7.3). Das Testgerät ART2020 ist dem Wiener Testsystem sehr ähnlich. Es besteht aus einer Einheit, in der Bildschirm, Computer und Eingabetasten verbaut sind. Weiterhin gehören zum Testgerät Kopfhörer, eine Einheit mit Pedalen und ein lichtsensitiver Stift für die Bearbeitung von Aufgaben am Bildschirm. TAP-M wird, wie das Wiener Testsystem, mit einem handelsüblichen PC und ebenfalls mit vergleichbaren Eingabegeräten betrieben wie ART2020. Corporal unterscheidet sich von den übrigen Testverfahren sowohl hinsichtlich der Aufgabenstellung für den Probanden als auch in Bezug auf das Modul zur Antworteingabe (Vistec AG, 2011).

In einer Studie, in der das Expertensystem Verkehr und der ART 90 verglichen wurden, konnte eine hohe Übereinstimmung der einander entsprechenden Untertests beider Systeme nachgewiesen werden (Karner & Biehl, 2001). Eine hohe Übereinstimmung der Untertests beider Testsysteme legt auch die Gegenüberstellung der Verfahren im Kommentar zu den Begutachtungsleitlinien nahe (Schubert et al., 2005), zu sehen in Tabelle 4. Auf eine Darstellung der Untertests wird an dieser Stelle verzichtet. Sie findet sich in einschlägigen Publikationen (z.B. Schubert et al., 2005). Mit dem d2 Test, einem Fragebogenverfahren, können nur Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit erfasst werden, nicht jedoch die übrigen Leistungsbereiche.

Tabelle 4: Gegenüberstellung der relevanten zugelassenen Testverfahren und Zuordnung der Untertests zu den in der FeV geforderten fahrsicherheitsrelevanten Leistungsbereichen (Schubert et al., 2005, S. 56).

Leistungsbereich	ART 90 ART 2020	WTS	Corporal	Papier-und- Bleistift
Orientierungsleistung	LL5 TT15	LVT, TAVT	STE5-7	-
Konzentrationsfähigkeit	Q1	TAVT, DT, COG	STE4	d2
Aufmerksamkeit	FAT, Q1	COG, LVT, TAVT	STE3	d2
Reaktionsfähigkeit	RST3, DR2	DT	STE1-2	
Belastbarkeit	RST3	DT	STE1-7	-

In der Fahrerlaubnisverordnung wird gefordert, im Rahmen der Begutachtung nur validierte Verfahren zu verwenden. Bukasa und Utzelmann (2009) fassen die neueren Validierungsstudien zu den computerbasierten Testsystemen ART2020 und Wiener Testsystem zusammen. Sie führen aus, dass eine Reihe von Zusammenhängen zwischen der Testleistung und Verhaltenskriterien in Fahrproben nachgewiesen werden konnten. Schlechteres Abschneiden in den Testungen ging dabei stets mit vermehrten Auffälligkeiten im Fahrverhalten einher. Weiterhin konnten Leistungsunterschiede zwischen verschiedenen Anlassgruppen (z.B. Personen, die mehrmals die praktische Fahrprüfung nicht bestanden haben oder alkoholauffällige Fahrer) gezeigt werden. Zwar sehen Poschadel et al. (2009) bei beiden Testsystemen noch Überarbeitungsbedarf, bestätigen jedoch, dass zwischen der Testleistung und der Leistung in einer Fahrprobe ein positiver Zusammenhang besteht. Exemplarisch sei hier die Validierungsstudie zum Expertensystem Verkehr von Sommer und Häusler (2006) angeführt. Ein Großteil der Teilnehmer, die aufgrund ihrer Testleistung positiv bewertet wurden, schnitt hier auch in einer anschließenden Fahrprobe positiv ab. Auch für das Testsystem ART2020 konnte ein solcher positiver Zusammenhang zwischen der Testleistung und dem Abschneiden in einer Fahrprobe gezeigt werden (Bukasa, Christ, Ponocny-Seliger, Smuc & Wenninger, 2002). Für das Testsystem Corporal liegen bislang keine vergleichbaren Validierungsstudien vor (Poschadel et al., 2009).

- Fahrproben

Im Gegensatz zur Testung am Computer haben Fahrproben eine hohe Augenscheinvalidität. Sie erfahren deshalb auch eine große Akzeptanz bei den Untersuchten. Besondere Bedeutung kommt der Fahrprobe bei der Prüfung von Kompensationsmöglichkeiten zu, wenn in der Leistungsdiagnostik Mängel festgestellt wurden. Jeder Träger von Begutachtungsstellen muss in Deutschland über ein ausgearbeitetes Konzept für die Durchführung von Fahrprobe verfügen.

In einer Strecke für eine Fahrprobe sollte immer eine repräsentative Auswahl von Verkehrssituationen enthalten sein, mit denen Fahrer üblicherweise konfrontiert werden. Ähnlich der praktischen Führerscheinprüfung, sollte eine Fahrprobe Abschnitte innerorts, außerorts und auf Autobahnen umfassen (Bukasa & Utzelmann, 2009). Der Schwierigkeitsgrad einer Fahrprobe sollte eher durchschnittliche sein (Utzelmann & Brenner-Hartmann, 2005). Damit ist festgelegt, dass eine Fahrprobe keinesfalls aus einer Aneinanderreihungen kritischer Situationen bestehen kann. Die Fahrdauer sollte 45 Minuten nicht überschreiten. In jedem Fall wird eine Eingewöhnung an das Fahrzeug als wichtig erachtet (Utzelmann & Brenner-Hartmann, 2005).

Problematisch an Fahrproben ist, dass sie nur beschränkt standardisierbar sind. Zwar kann eine Fahrprobe auf einer festgelegten Strecke durchgeführt werden, jedoch besteht keine Kontrolle über das Verkehrsgeschehen und insbesondere nicht über das Verhalten der anderen Verkehrsteilnehmer. Die Anforderungen, mit denen Fahrer bei verschiedenen Fahrten auf derselben Strecke konfrontiert werden, können sich daher beträchtlich unterscheiden.

Ein weiterer kritischer Punkt ist die Art der Registrierung des Fahrerverhaltens und die Leistungsbewertung. Bei der Bewertung des Verhaltens sollte immer berücksichtigt werden, ob dieses an die Verkehrssituation angepasst war. Es geht also nicht nur um die bloße Einhaltung der geltenden Verkehrsregeln (Utzelmann & Brenner-Hartmann, 2005). Daher ist eine genaue Beschreibung der Beobachtungs- und Bewertungskategorien erforderlich und es sollte eine systematische Erfassung der Fehler nach Art und Häufigkeit möglich sein. Weiterhin sollten den Beobachtern Regeln für die abschließende Leistungsbewertung an die Hand gegeben werden. Dabei muss Klarheit darüber herrschen, wann eine Leistung noch als ausreichend zu bewerten ist und wann nicht (Bukasa & Utzelmann, 2009).

Die wohl bekanntesten Fahrproben sind die in den 80er Jahren in Österreich entwickelte Wiener Fahrprobe (Risser & Brandstätter, 1985) und der Kölner Fahrverhaltens-Test (Kroj & Pfeiffer, 1973). Beide basieren auf dem Prinzip der Fehlerzählung und werden auf einer vorgegebenen Strecke durchgeführt, können jedoch auch auf andere Strecken übertragen werden.

Bei der Wiener Fahrprobe werden die Fahrer beim Befahren einer vorgegebenen Strecke in Wien von zwei Beobachtern begleitet. Während einer der Beobachter eine freie Beobachtung durchführt, kodiert der zweite das Auftreten von Fehlern anhand vorgegebener Kategorien (Chaloupka & Risser, 1995). Die Wiener Fahrprobe fand ihre Weiterentwicklung im System zur Analyse des Fahrverhaltens (SAF; Smuc & Christ, 2001). Hierbei wird die Beobachtung durch geschulte teilnehmende Beobachter um die Aufzeichnung von Messdaten (Geschwindigkeit, Beschleunigung) und eine Videoaufzeichnung ergänzt. Brenner-Hartmann (2002) legt ein System vor, das speziell für die Durchführung standardisierter Fahrproben im Rahmen der MPU entwickelt wurde. Es basiert auf der Zusammenfassung und Neugruppierung relevanter Beobachtungsvariablen aus den eingangs beschriebenen Verfahren und berücksichtigt das Klassifikationsschema für Verkehrssituationen von Fastenmeier (1995). Die Beobachtungsbereiche des Systems von Brenner-Hartmann gliedern sich in folgende Bereiche:

- Geschwindigkeitsverhalten (Gs)
- Abstandsverhalten (Ab)

- Fahrbahnbenutzung (Fb)
- Sicherndes Verhalten (Si)
- Gefährdendes Verhalten (Gf)
- Kommunikationsverhalten (Ko).

Alle diese Beobachtungsbereiche sind weiter differenziert und erläutert. So ist zum Beispiel das Abstandsverhalten untergliedert in Längsabstand Innerorts zu gering (Ab1), Längsabstand Außerorts zu gering (Ab2) und Seitenabstand zu gering (Ab3). Alle Auffälligkeiten werden zunächst auf einem Streckenverlaufsplan festgehalten und dann, gruppiert nach Fehlerbereichen, auf einen Beobachtungsbogen übertragen. Alle Abweichungen vom Idealverhalten können von den Beobachtern als „Unsicherheit“ oder „Fehler“ kategorisiert werden. Zusätzlich wird ein Gesamteindruck anhand globaler Kategorien wie „Fahrzeugbeherrschung“ oder „Anpassung an den Verkehrsfluss“ erfasst. Zur Auswertung werden die Fehler und Auffälligkeiten summiert und darauf basierend ein Urteil gefällt.

- Persönlichkeitstests

Persönlichkeitstests werden in Deutschland, anders als in Österreich oder der Schweiz, kaum noch im Rahmen der MPU eingesetzt (Bukasa & Utzelmann, 2009). Einer der Gründe dafür ist die Tendenz der Untersuchten, die Fragen sozial erwünscht zu beantworten, was zu verfälschten Ergebnissen führt. Es wird daher gefordert, bereits bei der Entwicklung solcher Verfahren, besondere Vorgaben einzuhalten. Maßnahmen zur Kontrolle der sozialen Erwünschtheit, ein theoretisch fundierter Zusammenhang zwischen Fragebogendimensionen und Fahrverhalten sowie die verständliche Formulierung der Fragebogenitems sind einige davon. Verfahren, die diese Vorgaben bereits erfüllen sind (Bukasa & Utzelmann, 2009):

- Verkehrsbezogener Persönlichkeitstest (VPT.2; Hutter, 1997), der die Dimensionen „emotionale Ansprechbarkeit“, „Expressivität-Selbstsicherheit“, „Selbstreflexion“, „Soziale Anpassung“ und „Selbstkontrolle“ erfasst,
- Verkehrsspezifischer Itempool (VIP; Hutter & Brandstätter, 1996), der die Dimensionen „unkritische Selbstwahrnehmung“, „aggressive Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern“ sowie „emotionales Autofahren“ umfasst,
- Fragebogen für Risikobereitschaftsfaktoren (FRF; Hutter & Brandstätter, 1996) mit dem die Risikobereitschaft in unterschiedlichen Bereichen erfasst werden kann sowie
- Testverfahren für alkoholauffällige Kraftfahrer (TAAK; Hutter, 2000) mit dem alkoholspezifische Aspekte erfasst werden, die mit der Verkehrsteilnahme in Zusammenhang stehen (z.B. Gefahrenbewusstsein in Zusammenhang mit Alkohol).

3.1.4 Fazit

Die Fahreignung ist die grundlegende Voraussetzung für das Recht zur Teilnahme am motorisierten Straßenverkehr. Während die Fahreignung als zeitlich überdauernd betrachtet wird, kann sich die Fahrsicherheit verändern.

Was unter Fahreignung zu verstehen ist, wird im StVG und in der FeV spezifiziert. Zusammenfassend betrachtet dürfen keine körperlichen oder geistigen Mängel vorliegen, aufgrund derer zu erwarten ist, dass eine Person andere im Straßenverkehr gefährdet.

Neben körperlichen Voraussetzungen, bei denen es um die ausreichende Beweglichkeit der Gliedmaßen, ausreichendes Hör- und Sehvermögen sowie um einen ungestörten Gleichgewichtssinn geht, müssen auch kognitive Anforderungen erfüllt werden. In der FeV sind Orientierungsleistung, Konzentrationsfähigkeit, Aufmerksamkeit, Reaktionsfähigkeit und Belastbarkeit als fahrsicherheitsrelevante Leistungsbereiche aufgeführt. Diese können mit Hilfe von computerbasierten Testverfahren, wie dem Wiener Testsystem Verkehr oder dem ART2020, überprüft werden.

Eine Überprüfung der Fahreignung kann auch mittels einer Fahrprobe erfolgen. Diese sollte eine repräsentative Auswahl von Verkehrssituationen umfassen, mit denen Fahrer üblicherweise konfrontiert werden und ungefähr 45 Minuten dauern. Problematisch ist, dass Fahrproben nur eingeschränkt standardisierbar sind. Brenner-Hartmann (2002) hat ein System für die Durchführung standardisierter Fahrproben entwickelt.

Schmerzpatienten werden zunehmend auch mit Opioiden behandelt. Das Fahren unter dem Einfluss berauschender Substanzen, und dazu gehören Opioide, ist laut StVG ordnungswidrig. Medikamente sind jedoch, wenn sie gemäß einer ärztlichen Verordnung eingenommen werden, von dieser Regelung explizit ausgenommen. Begeht ein Schmerzpatient unter Opioideinfluss jedoch Fahrfehler oder fällt durch eine unsichere Fahrweise auf, dann gelten auch hier die Regelungen des Strafgesetzbuches. Dieses sieht keine Sonderbehandlung für Medikamente vor.

3.2 Modelle des Fahrens

In zahlreichen Publikationen wird postuliert, dass Autofahren eine komplexe Tätigkeit ist. In der Altersgruppe 18 bis 19 Jahre besitzen allerdings fast 70% einen Pkw-Führerschein, in der Altersgruppe 20 bis 50 Jahre sogar mindestens 90% (BMVBS, 2010). Ein großer Anteil der Bevölkerung hat damit den Nachweis erbracht, diese Tätigkeit bewältigen zu können.

Welche Aufgaben beim Fahren im Einzelnen zu bewältigen sind, wird versucht, in Modellen des Fahrens zu beschreiben. Eine 1994 publizierte Übersichtsarbeit zu den bis dahin vorhandenen Modellen (Ranney, 1994) kommt zu dem Schluss, dass bislang noch kein umfassendes Modell des Fahrerverhaltens existiert. Aufgrund der Vielzahl der Verkehrssituationen und der zum Fahren erforderlichen Teilfertigkeiten erwartete der Autor auch nicht, dass ein solches Modell in der näheren Zukunft verfügbar sein wird.

Ein umfassendes Modell, das auf alle Forschungsbereiche gleichermaßen gut anwendbar ist, gibt es bis dato tatsächlich nicht (Lewis-Evans, de Waard & Brookhuis, 2011). Es haben sich aber Modelle herausgebildet, die für unterschiedliche Problembereiche anwendbar und dort allgemein akzeptiert sind. Neben Modellen, die eher dazu geeignet sind, die Aufgaben des Fahrers zu kategorisieren, sind dies vor allem Informationsverarbeitungsmodelle und motivationale Modelle (Verster & Ramaekers, 2009). Während in motivationalen Modellen der Schwerpunkt auf dem Risiko liegt, das Fahrer beim Fahren akzeptieren, rücken bei Informationsverarbeitungsmodellen die am Fahren beteiligten kognitiven Prozesse in den Vordergrund. Im Folgenden werden, nach einer Betrachtung der Aufgaben des Fahrers, einige relevante Modelle vorgestellt.

3.2.1 Fahren

Rein funktional betrachtet besteht die Aufgabe des Fahrers „aus der Vorgabe von Geschwindigkeit und Richtung zur Erreichung des Fahrziels unter Berücksichtigung der Verkehrsumgebung und weiterer Randbedingungen“ (Vollrath & Krems, 2011, S. 26). Einige der vielfältigen Randbedingungen, die der Fahrer beim Fahren berücksichtigen muss, sind die fahrdynamischen Eigenschaften des Fahrzeugs, die Verkehrsregeln aber auch sein Zustand.

Die Bedieneingaben des Fahrers werden üblicherweise nach Eingaben zur Längsführung und Eingaben zur Querführung des Fahrzeugs unterteilt, oder den drei Bereichen „Lenken“, „Beschleunigen“ und „Bremsen“ zugeordnet (Bruder & Didier, 2012). Sie können jeweils über geeignete Kenngrößen beschrieben werden (Lenkradwinkel, Längsbeschleunigung etc.)

Alle Aufgaben, die mit dem Fahren an sich zu tun haben (Regelung der Geschwindigkeit, Geschwindigkeit etc.) werden unter den primären Fahraufgaben subsummiert (Vollrath & Krems, 2011). Weitere Aufgaben des Fahrers werden als Sekundäraufgaben bezeichnet. Einige dieser Aufgaben haben mit dem Fahren zu tun. Hierzu gehören beispielsweise die Blicke in die Rück- und Seitenspiegel, das Erkennen von Verkehrszeichen oder auch das Blinken. Es handelt sich dabei aber nicht um Bedieneingaben zur Längs- oder Querregulation des Fahrzeugs. Einige dieser Sekundäraufgaben haben nichts mit dem Fahren zu tun, es sind sog. fahrfremde Tätigkeiten (Huemer & Vollrath, 2012). Hierzu werden u.a. Telefonieren, Bedienung des Radios oder Essen und Trinken gerechnet. Diesen Aufgaben kommt in Bezug auf die Verkehrssicherheit besondere Bedeutung zu, da sie den Fahrer mitunter erheblich von seiner eigentlichen Aufgabe, dem Fahren, ablenken.

3.2.2 Drei-Ebenen-Modell des Fahrens

Das wohl am häufigsten zur Beschreibung der primären Fahraufgabe herangezogene Modell ist das Drei-Ebenen-Modell des Fahrens (Michon, 1985). Ursprünglich wurden in diesem Modell die strategische Ebene (Auswahl der Route), die Manöverebene (Reagieren auf die Verkehrssituation) und die Kontrollebene (Spurposition, Geschwindigkeit) gegeneinander abgegrenzt. Vollrath (2011) integriert in einer Weiterentwicklung dieses Modells die drei hierarchischen Handlungsebenen des Fahrers in das Gesamtsystem Fahrer-Fahrzeug-Umwelt. Auch er unterscheidet drei Ebenen, die er jedoch in Übereinstimmung mit neueren Publikationen mit Navigation (Wahl der Fahrstrecke), Bahnführung (Beachtung der Verkehrsregeln, Einhaltung von Abständen) und Stabilisierung (Lenken, Beschleunigen, Bremsen) bezeichnet. Im Modell wird berücksichtigt, dass Bedingungen der Umwelt ihrerseits Einfluss auf die Handlungen des Fahrers nehmen. Über seine Handlungen wiederum bewegt der Fahrer das Fahrzeug in der Umwelt und sorgt damit für Veränderungen der Umweltbedingungen. Abbildung 2 zeigt eine schematische Abbildung dieses erweiterten Modells.

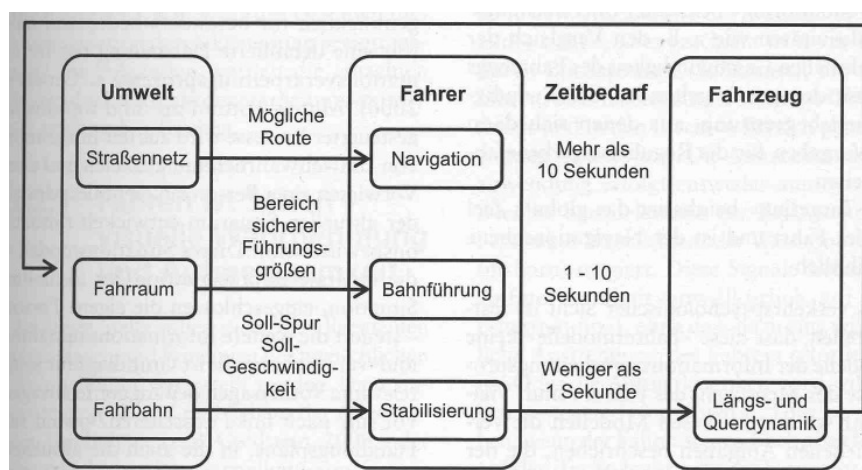


Abbildung 2: Drei-Ebenen-Modell des Fahrens (Vollrath & Krems, 2011, S. 27).

Handlungen des Fahrers auf diesen drei Ebenen gehen mit einem charakteristischen Zeitbedarf einher. Handlungen auf der Stabilisierungsebene laufen in weniger als einer Sekunde ab,

Handlungen auf der Bahnführungsebene innerhalb von einer bis zehn Sekunden. Mehr als zehn Sekunden sind für die Handlungen auf der Navigationsebene erforderlich.

Im ECOM (Extended Control Modell; Hollnagel & Woods, 2005) wird ebenfalls eine solche hierarchische Unterteilung vorgenommen, jedoch erweitert um eine vierte Ebene. Diese Ebene umfasst Überwachungstätigkeiten wie den Abgleich zwischen tatsächlicher und erlaubter Geschwindigkeit in einem Streckenabschnitt. Aus diesem Abgleich ergeben sich dann die Vorgaben für die Handlungen der darunterliegenden Ebene.

Verster & Ramaekers (2009) beziehen das Modell der Handlungssteuerung (Rasmussen, 1987) in die Taxonomie der Fahraufgaben mit ein. Bei der Ausführung komplexer Handlungen werden drei hierarchische Ebenen der kognitiven Kontrolle unterschieden: fertigkeitsbasierte Handlungen, regelbasierte Handlungen und wissensbasierte Handlungen. Fertigkeitsbasierte Handlungen laufen sehr schnell und weitgehend automatisiert ab. Sie erfordern kaum Anstrengung. Regelbasierte und wissensbasierte Handlungen hingegen erfordern die bewusste Kontrolle. Wissensbasierte Handlungen gehen mit bewussten Problemlösestrategien einher, da die Anwendung erlernter Regeln hier nicht mehr ausreicht.

Handlungen auf der Stabilisierungsebene laufen weitgehend automatisiert ab. Eine bewusste Kontrolle ist nicht notwendig. Die Handlungen auf der Bahnführungsebene erfolgen überwiegend regelbasiert, die auf der Navigationsebene wissensbasiert. Mit zunehmender Fahrerfahrung können immer mehr Handlungen regelbasiert oder sogar weitgehend automatisiert ausgeführt werden. In neuen oder unerwarteten Situationen genügt die Anwendung erlernter Regeln oder die automatisierte Ausführung von Handlungen oft nicht mehr. Eine regelbasierte bzw. wissensbasierte Kontrolle der Handlungen wird dann wieder notwendig. So lenken Fahrer beim plötzlichen Auftreten von Straßenglätte beispielsweise das Fahrzeug wieder regelbasiert, so lange, bis wieder normale Straßenverhältnisse herrschen. Dann erfolgt das Lenken wieder automatisiert. Tabelle 5 zeigt, dass jede Form der Handlungssteuerung auf jeder der drei hierarchischen Ebenen vorkommen kann.

Tabelle 5: Verschränkung des Drei-Ebenen-Modells des Fahrens und den drei Arten der Handlungssteuerung (in Anlehnung an Schubert et al., 2005 und Ranney, 1994).

	Navigation	Bahnführung	Stabilisierung
wissensbasierte Steuerung	Zurechtfinden in einer unbekannten Stadt	Das Ausbrechen des Fahrzeugs auf glatter Fahrbahn verhindern	Fahranfänger
regelbasierte Steuerung	Wahl zwischen bekannten Alternativstrecken	Vorbeifahren an anderen Fahrzeugen	Fahren mit einem neuen Fahrzeug
fertigkeitsbasierte Steuerung	Weg zur Arbeit	Abbiegen an bekannten Kreuzungen	Dem Straßenverlauf folgen

3.2.3 Das SEEV-Modell

Bei der Betrachtung der am Fahren beteiligten kognitiven Prozesse ist es sinnvoll, die Informationsaufnahme, die Informationsverarbeitung und die Handlungsausführung zu unterscheiden. Der größte Teil der für das Fahren wichtigen Informationen wird über die Augen aufgenommen (Hills, 1980). Da das Sichtfeld begrenzt ist und deutlich mehr Informationen vorhanden sind, als verarbeitet werden können, muss der Fahrer eine Auswahl treffen und seine Aufmerksamkeit den relevanten Reizen zuwenden.

Ausgehend von Befunden zur visuellen Aufmerksamkeit von Piloten wurde das SEEV-Modell entwickelt (Wickens, Goh, Helleberg, Horrey & Talleur, 2003) und auf den fahrerischen Kontext übertragen (Horrey, Wickens & Consalus, 2006). Das Modell, beschrieben u.a. bei Vollrath (2011), basiert auf der Annahme, dass nicht alle in der Umwelt verfügbaren visuellen Informationen aufgenommen werden, sondern dass eine Auswahl getroffen wird. Dabei spielen sowohl unbewusste Prozesse eine Rolle als auch solche, die der willentlichen Kontrolle unterliegen. Diese Unterscheidung nach bewusster und automatisierter Informationsverarbeitung ist auch aus der Sozialpsychologie bekannt (Epstein, 1994).

Im SEEV-Modell sind S (Salienz) und E (Effort – Anstrengung) die beiden Faktoren, die keiner willentlichen Kontrolle unterliegen. Die Salienz bezeichnet Merkmale der Objekte, die dafür sorgen, dass diese auffallen. Ein solches Merkmal ist beispielsweise dessen schnelle Annäherung. Je weiter ein Objekt vom Fahrer entfernt ist, umso mehr Anstrengung (Effort) muss dieser aufbringen, um das Objekt anzusehen. Da der Mensch Anstrengung aber vermeidet, werden weiter entfernte Objekte weniger beachtet als nahe.

E (Expectancy – Erwartung) und V (Value - Wert der Information) bezeichnen die beiden aufmerksamkeitslenkenden Faktoren im Modell, die einer willentlichen Kontrolle unterliegen. Fahrer haben Erwartungen (E), wo relevante Objekte überhaupt auftauchen können. Zum Beispiel stehen Verkehrszeichen im Allgemeinen immer am Straßenrand. Für den Fahrer sind auch nur bestimmte Informationen relevant. Nur diese Informationen haben einen Wert V. So ist das spielende Kind, das seinem Ball hinterherläuft und gleich die Fahrbahn kreuzen wird, relevant, hingegen sind es die Fußgänger auf dem Bürgersteig, die sich in sicherer Entfernung vom Fahrzeug wegbewegen, nicht. Folglich wird die Aufmerksamkeit auf das Kind mit dem Ball gerichtet und nicht auf diese Fußgänger.

3.2.4 Situationsbewusstsein

Für das sichere Fahren ist es nicht nur von Bedeutung, dass der Fahrer die richtigen Informationen aufnimmt, sondern auch, dass er diese richtig interpretiert und basierend darauf, die richtigen Handlungsentscheidungen trifft. In diesem Zusammenhang ist das Konzept des Situationsbewusstseins (Endsley, 1995a, 1995b) von Bedeutung, das ursprünglich aus der Luftfahrt stammt, jedoch durchaus kritisch diskutiert wird, insbesondere in Bezug auf die Abgrenzung zu bereits bestehenden kognitiven Konzepten und Modellen (Krüger, 2008; Sarter & Woods, 1991).

Situationsbewusstsein umfasst die Wahrnehmung relevanter Informationen innerhalb einer sich verändernden Situation, das Verstehen dieser Informationen sowie die Erwartungen über zukünftige Veränderungen. Aus dem Situationsbewusstsein folgt die Planung und Ausführung von Handlungen. Mit diesem Konzept soll letztlich erklärt werden, wie es einem Fahrer gelingt, innerhalb des dynamischen Systems „Straßenverkehr“, in zeitkritischen Situationen die richtigen Entscheidungen zu treffen und sich situationsangepasst zu verhalten (Vollrath & Krems, 2011). Dabei kann die Repräsentation der Fahrsituation auch falsch sein, was mehrere Ursachen haben kann (Vollrath & Krems, 2011):

- Der Fahrer nimmt relevante Informationen gar nicht erst wahr,
- relevante Informationen werden zwar wahrgenommen, jedoch falsch interpretiert,
- Informationen wurden wahrgenommen und korrekt interpretiert, jedoch bereits wieder vergessen.

3.2.5 Das Modell der Handlungskontrolle von Hockey

Zentrales Anliegen verkehrspsychologischer Forschung ist die Erhöhung der Verkehrssicherheit. Aus der Analyse von Fehlern von Fahrern sollen letztlich Maßnahmen abgeleitet werden, um Unfälle zu verhindern. Die bisher dargestellten Modelle waren Versuche, das Verhalten von Fahrern zu beschreiben, teilweise unter Einbezug der an der Verhaltenssteuerung beteiligten kognitiven Prozesse. Sollen Unfälle verhindert werden, muss man die Bedingungen kennen, die zum Unfall geführt haben. Dabei ist es notwendig, das Gesamtsystem Fahrer – Fahrzeug – Umwelt einzubeziehen, um daraus die Unfallentstehung erklären zu können. Zentrale Bedeutung kommt dabei dem Fahrer zu, der über bestimmte Eigenschaften und Fertigkeiten verfügt.

In Zusammenhang mit Beeinträchtigungen des Fahrers, beispielsweise durch Alkohol, führt Vollrath (2011) ein Modell der Handlungskontrolle an. Diesem Modell (Hockey, 1997) liegt die Annahme zugrunde, dass Ziele (beispielsweise schnell und sicher ankommen) die Handlungen des Fahrers (z.B. lenken, beschleunigen) steuern. Im Modell werden zwei Kontrollschleifen unterschieden: die Kontrolle der Handlungen, die weitgehend automatisiert und unbewusst abläuft und die Kontrolle der Anstrengung, die ein bewusster Prozess ist. Störungen, wie beispielsweise durch die Wirkung des Alkohols, beeinträchtigen die Leistung des Fahrers. Die Spurhaltung wird unpräziser und zwischen dem Handlungsergebnis und den Zielen des Fahrers entsteht eine Diskrepanz. Diese wird versucht, über die Schleife der Handlungskontrolle auszugleichen, in dem präziser gelenkt wird. Die Anpassung dieses weitgehend automatisierten Verhaltens erfolgt ohne die Zuwendung von Aufmerksamkeit. Es ist jedoch mehr Anstrengung notwendig. Über die zweite Kontrollschleife wird das erforderliche Maß an Anstrengung wahrgenommen und es wird eine Kosten-Nutzen-Abwägung durchgeführt. Der Fahrer kann dann entweder die notwendige höhere Anstrengung beibehalten und so sein Ziel erreichen oder er kann sein Ziel ändern. Um bei dem Beispiel des Alkoholeinflusses zu bleiben, könnte er beschließen, die Fahrt zu unterbrechen und zu schlafen. Die Auswirkungen einer Einflussgröße, im Beispiel der Alkohol, hängen somit immer auch von den Zielen einer Person ab (Hockey, 1997; Vollrath & Krems, 2011).

3.2.6 Das Unfallmodell von Fuller

Ein sehr umfassendes Modell, das erklärt, wann es zu einem Unfall kommt, legt Fuller (2005) vor. Darstellungen dieses Modells finden sich u.a. bei Vollrath (2011) und Fuller (2011). Im Modell, zu sehen in Abbildung 3, werden die vom Fahrer wahrgenommenen Anforderungen, die sich aus der aktuellen Verkehrssituation ergeben, den vom ihm wahrgenommenen eigenen Fähigkeiten gegenübergestellt. Autofahren wird dabei als Aufgabe betrachtet, in der Handlungen (z.B. die Anpassung der Geschwindigkeit) in einer sich verändernden Umwelt (z.B. dem Befahren einer kurvigen Straße) kontinuierlich überwacht und angepasst werden müssen. Der Fahrer muss stets dafür sorgen, dass er die Anforderungen aus der Fahraufgabe bewältigen kann. Vergleichbar zum Modell der Risiko-Homöostase (Klebersberg, 1982; Wilde, 1982) spielt das subjektiv wahrgenommene Risiko bzw. die subjektiv wahrgenommene Sicherheit hierbei eine zentrale Rolle.

Die aktuellen Fähigkeiten eines Fahrers hängen von dessen Kompetenz und dem aktuellen Zustand ab. Kompetenzen sind überdauernd vorhanden und durch Training und Erfahrung erworben. Sie werden vom aktuellen Zustand (z.B. Alkoholkonsum, Müdigkeit) jedoch beeinflusst.

Wie hoch die Anforderungen aus der Fahraufgabe sind, hängt von der Straße, der Fahrgeschwindigkeit, den Eigenschaften des Fahrzeugs und dem Verhalten der übrigen Verkehrsteilnehmer ab. Die Fahrgeschwindigkeit wiederum ist von aktuellen Zielen des Fahrers determiniert.

Übersteigen die Anforderungen in einer Verkehrssituation die aktuellen Fähigkeiten des Fahrers, droht der Verlust der Kontrolle über die Situation. Diesem Kontrollverlust, der zum Unfall führen

kann, kann der Fahrer begegnen, indem er seine Ziele modifiziert und langsamer fährt. Die Verringerung der Fahrgeschwindigkeit resultiert in einer Verringerung der Anforderungen.

Im Modell wird darüber hinaus berücksichtigt, dass der Verlust der Kontrolle in einer Situation nicht zwangsläufig zum Unfall führt. Durch ihr Verhalten können andere Verkehrsteilnehmer verhindern, dass es zum Unfall kommt. Ebenso kann der Fahrer einfach Glück haben und so einem Unfall entgehen.

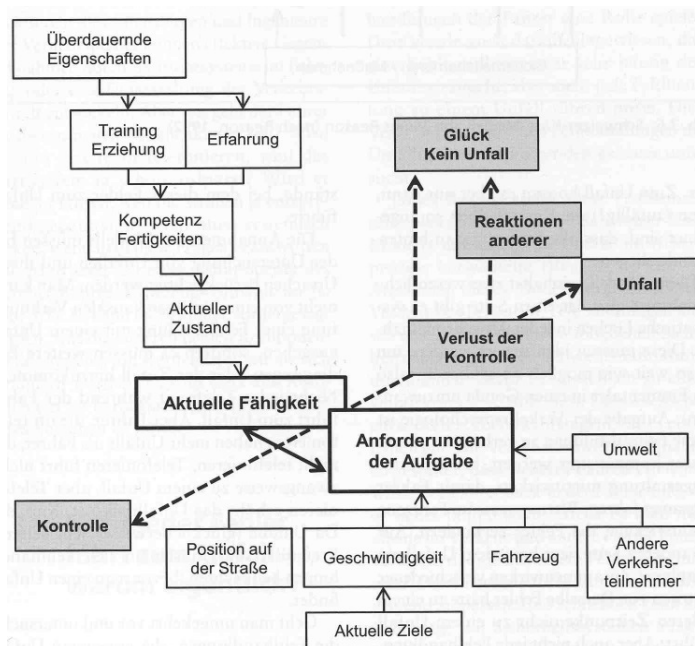


Abbildung 3: Unfallmodell von Fuller (aus Vollrath & Krems, 2011, S. 54).

3.2.7 Fazit

Funktional betrachtet, muss der Fahrer beim Fahren die Geschwindigkeit und Richtung vorgeben, und dabei die Verkehrsumgebung und die Verkehrsregeln beachten. Neben primären Aufgaben, die direkt mit der Kontrolle der Längs- und Querverführung des Fahrzeugs zu tun haben, erfüllen Fahrer auch weitere Aufgaben. Diese sekundären Aufgaben sind zum Teil für das Fahren relevant. Fahrer führen jedoch auch fahrfremde Tätigkeiten aus, die vom Fahren völlig unabhängig sind. Diese lenken den Fahrer von seiner eigentlichen Aufgabe, dem Fahren, ab.

Im Drei-Ebenen-Modell des Fahrens (Michon, 1985) werden Navigation (Wahl der Fahrstrecke), Bahnführung (Beachtung der Verkehrsregeln, Einhaltung von Abständen) und Stabilisierung (Lenken, Beschleunigen, Bremsen) gegeneinander abgegrenzt, die jeweils mit einem spezifischen Zeitbedarf einhergehen. Der hauptsächliche Wert dieses sehr häufig verwendeten Modells liegt darin, dass es eine Strukturierung der Aufgaben des Fahrers ermöglicht.

Im SEEV-Modell und beim Konzept des Situationsbewusstseins liegt der Schwerpunkt auf der Informationsverarbeitung durch den Fahrer. Während ersteres Mechanismen beschreibt, die zur selektiven Informationsaufnahme durch den Fahrer führen, ist das Konzept des Situationsbewusstseins weiter gefasst. Es umfasst auch die Interpretation dieser Informationen, die schließlich zu Handlungen führen. Motive des Fahrers bleiben in beiden Modellen weitgehend unberücksichtigt.

Motive des Fahrers werden im Modell von Hockey (Hockey, 1997) und im Modell von Fuller (Fuller, 2005) berücksichtigt. Beide Modelle gehen von Anpassungsprozessen aus, die letztlich verhaltenssteuernd wirken. Gelingen diese nicht, kommt es zum Unfall. Der Wert beider Modelle liegt darin, dass sowohl Anforderungen der Verkehrssituation als auch Fähigkeiten des Fahrers berücksichtigt werden. Beide Modelle erlauben die Ableitung von Verhaltensindikatoren einer Beeinträchtigung des Fahrers zum Beispiel durch Alkohol oder Medikamente.

3.3 Methoden zur Erfassung des Einflusses von Medikamenten auf die Verkehrssicherheit

Bei der Untersuchung des Einflusses von Medikamenten auf die Verkehrssicherheit sollen Aussagen darüber getroffen werden, wie sich der Risikofaktor „Medikamenteneinnahme“ auf die Wahrscheinlichkeit des Eintretens des kritischen Ereignisses „Unfall“ auswirkt. Dies kann nach Krüger und Vollrath (2009)

- retrospektiv erfolgen, in dem geprüft wird, ob in Fällen, in denen das kritische Ereignis eingetreten ist, der Risikofaktor vorlag (Ex-post-Methoden) oder
- prospektiv erfolgen, in dem geprüft wird, ob bei Vorliegen des Risikofaktors das kritische Ereignis eintritt (Ex-ante-Methoden).

Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über gängige retrospektive und prospektive Methoden und geht auf Probleme ein, die mit diesen Methoden verbunden sind. Für eine umfassendere Darstellung sei auf die einschlägigen Publikationen verwiesen, auf denen auch die folgende Zusammenstellung basiert (Berghaus & Hilgers, 2009; Berghaus & Krüger, 2012; Krüger & Vollrath, 2009).

3.3.1 Retrospektive Verfahren

3.3.1.1 Fall-Kontroll-Studien

Um berechnen zu können, welches Unfallrisiko mit der Einnahme eines Medikaments verbunden ist, werden Angaben zur Prävalenz bei unfallfreien und bei verunfallten Fahrern benötigt. Bei zufällig ausgewählten und ohne Verdachtsmomente im fließenden Verkehr angehaltenen Fahrer wird dazu bestimmt, welcher Anteil unter Einfluss des entsprechenden Medikaments hinter dem Steuer saß und welcher Anteil dieses Medikament nicht eingenommen hatte. Darüber hinaus ist es notwendig zu wissen, welcher Anteil verunfallter Fahrer unter Einfluss dieses Medikaments stand und welcher nicht. Aus diesen Daten wird das Relative Risiko RR^1 bestimmt:

$$RR = \frac{\text{Unfallfahrten unter Medikamenteneinfluss} \div \text{alle Fahrten unter Medikamenteneinfluss}}{\text{Unfallfahrten ohne Medikamenteneinfluss} \div \text{alle Fahrten ohne Medikamenteneinfluss}}$$

Das relative Risiko gibt die Risikoerhöhung bei Einnahme des Medikaments an. Aus den zur Berechnung notwendigen Angaben wird ersichtlich, dass die Zahlen der amtlichen Unfallstatistik hierfür nicht ausreichen. Dort fehlen Angaben darüber, wie häufig Fahrer unter Substanzeeinfluss nicht verunfallt sind. Diese Daten zur Exposition werden idealerweise in Roadside-Surveys erhoben. Dabei werden unauffällige Fahrer zufällig im Verkehr angehalten und daraufhin untersucht, ob sie unter Substanzeeinfluss stehen.

¹ In Fall-Kontroll-Studien wird das Odds-Ratio (OR) statt des relativen Risikos (RR) bestimmt, da in das relative Risiko das Verhältnis von Fällen (verunfallte Fahrer) zu Kontrollen (unfallfreie Fahrer) eingeht, das willkürlich bestimmt wird. Auf eine Darstellung der Berechnungsvorschrift wird hier verzichtet. Sie findet sich z.B. bei Kreienbrock, Ahrens und Pigeot (2011).

In populationsbezogenen Fall-Kontroll-Studien wird dabei in der derselben Region ein Roadside-Survey durchgeführt, in der auch zur selben Zeit die Unfälle untersucht werden. Bei auswahlbezogenen Fall-Kontroll-Studien wird versucht, vorhandenen Unfalldaten vergleichbare Daten unfallfreier Fahrten zuzuordnen. Dazu werden Unfallmerkmale wie Zeit und Ort bestimmt und bei der Durchführung der Roadside-Surveys berücksichtigt (Berghaus & Krüger, 2012).

Fall-Kontroll-Studien stellen den Königsweg zur Bestimmung des mit einem Medikaments verbundenen Unfallrisikos dar. Sie sind aber sehr aufwändig in der Durchführung, da sehr große Stichproben von verunfallten und nicht-verunfallten Fahrern untersucht werden müssen, um eine ausreichende Anzahl von Personen zu erhalten, die unter dem Einfluss des zu untersuchenden Medikaments standen. Während von den bei Unfällen getöteten oder verletzten zumeist Blutproben vorliegen, werden im Rahmen von Roadside-Surveys oft nur Speichelproben gesammelt. Da die Umrechnung der im Speichel bestimmten Substanzkonzentrationen in die entsprechenden Blutkonzentrationen für viele Medikamente nicht exakt möglich ist, können auf diesem Weg keine konzentrationsbezogenen Risiken bestimmt werden. Überdies fehlt dazu zumeist eine ausreichende Anzahl positiv auf das entsprechende Medikament getesteter Fahrer. Bei den unfallfreien wie auch bei den verunfallten Fahrern kann weiterhin nicht ausgeschlossen werden, dass Medikamente missbräuchlich eingenommen wurden.

Fallkontroll-Studien eignen sich daher nur für Medikamente, die häufig vorkommen. Mit diesem Vorgehen wird das „wahre Risiko“ ermittelt, das mit dem Konsum einer Substanz verbunden ist (Berghaus & Hilgers, 2009). Die Ergebnisse einer neuen und sehr umfassenden Fall-Kontroll-Studie zu psychoaktiven Substanzen werden in Kapitel 4.5 vorgestellt. Aufgrund des enormen Aufwands von Roadside-Surveys basieren Fall-Kontroll-Studien zum Medikamenteneinfluss oft nur auf Befragungsdaten (z.B. Elvik, im Druck).

3.3.1.2 Verursacheranalysen

Verursacheranalysen basieren ausschließlich auf Unfalldaten. Dabei wird angenommen, dass eine Substanz gefährlicher ist, wenn sie häufiger bei den Unfallverursachern nachgewiesen wird als bei den übrigen Unfallbeteiligten. Problematisch bei dieser Art von Studien ist, dass zumeist nicht sichergestellt werden kann, dass sowohl bei allen Verursachern als auch bei allen Unfallopfern geprüft wurde, ob diese unter Substanzeinfluss standen. Darüber hinaus ist die Benennung des Unfallverursachers oft nicht eindeutig möglich. Auch Alleinunfälle, das sind die Unfälle, bei denen außer dem Unfallopfer keine weiteren Personen beteiligt waren, können nicht einbezogen werden (Krüger & Vollrath, 2009). Gerade diese Unfälle sind aber sehr typisch für Beeinträchtigungen des Fahrers durch Medikamente, die sedierend wirken.

3.3.1.3 Pharmakoepidemiologische Studien

Bei diesen Studien wird versucht, personenbezogene Daten über verordnete Medikamente mit personenbezogenen Daten über Verkehrsauffälligkeiten zu verknüpfen. Der Anteil derer, denen ein Medikament verordnet wurde und die auffällig geworden sind, wird dann zum Anteil der Verkehrsauffälligen in der Gesamtbevölkerung in Bezug gesetzt.

Pharmakoepidemiologische Studien haben den Vorteil, dass mit ihnen sehr hohe Fallzahlen erreicht werden können. Allerdings ist bei der Durchführung mit Schwierigkeiten aufgrund datenschutzrechtlicher Aspekte zu rechnen. Darüber hinaus ist bekannt, dass verordnete Medikamente nicht immer eingenommen werden (Braun & Marstedt, 2011), was ebenso wenig kontrolliert werden kann wie der Konsum weiterer psychoaktiver Substanzen (Berghaus & Krüger, 2012).

In einer kürzlich publizierten Studie (Orriols et al., 2010) wird für das in Frankreich gebräuchliche Klassifikationssystem für Medikamente (0 = kein Risiko – 3 = hohes Risiko) eine Zunahme des Unfallrisikos mit der Risikoklasse berichtet. In diese Studie gingen Daten von 72 685 Fahrern ein. Das Risiko, einen Unfall zu verursachen, war bei Einnahme von Medikamenten der Kategorien 2 und 3 erhöht ((Kat. 2: OR = 1.31 (VI: 1.24–1.40); Kat. 3: OR = 1.25 (VI: 1.12–1.40)). In die Kategorie 3 fallen psychoaktive Medikamente wie Opioide, Antipsychotika und Antiepileptika.

3.3.1.4 Fehlhandlungen als Alternative zum Unfallkriterium

Unfälle sind sehr seltene Ereignisse, die sich in der Folge von Fahrfehlern ereignen. Die retrospektive Betrachtung von Fahrfehlern stellt daher eine Alternative zur Betrachtung von Unfällen dar. Mit dem Driver Behaviour Questionnaire (DBQ; Reason et al., 1990) steht hierfür ein Fragebogen zur Verfügung. Anhand dieses Fragebogens sollen die Fahrer die Häufigkeit der ihnen unterlaufenen Fahrfehler rückblickend einschätzen. Zwar werden im DBQ Selbstberichte erfasst, die Angaben der Fahrer können jedoch als verlässlich betrachtet werden, da der DBQ relativ wenig anfällig für Antwortverzerrungen aufgrund sozialer Erwünschtheit ist (Lajunen & Summala, 2003). Er wurde bisher in mehr als 170 Studien eingesetzt (de Winter & Dodou, 2010). Evers (2010) hat dieses Verfahren, das für PKW-Fahrer konzipiert wurde, auf LKW-Fahrer übertragen.

Der DBQ basiert auf dem Modell der gefährdenden Verhaltensweisen von Reason (1990) und der daraus abgeleiteten Klassifikation von Fehlerarten. Er umfasst in seiner ursprünglichen Form 50 Items, die Verhaltensweisen im Straßenverkehr beschreiben. Faktoranalytisch fassten die Autoren diese zu drei Faktoren zusammen: *Verstöße* (violations), *Fehler* (errors) und *Ausrutscher* (slips and lapses), die auf unterschiedliche psychologische Prozesse zurückgeführt werden. Eine spätere Modifikation dieses Verfahrens umfasste nur noch 24 Items (Parker, Reason, Manstead & Stradling, 1995), die Faktorenstruktur konnte jedoch repliziert werden. Lawton, Parker, Manstead & Stradling (1997) entwickelten eine modifizierte Form, in dem sie zusätzliche Items zur Erfassung *aggressiver Verstöße* hinzufügten. Diese Fassung des Fragebogens umfasst 28 Items, die vier Dimensionen abweichenden Fahrverhaltens zugeordnet werden können: *Fehler*, *gewöhnliche Verstöße* (ordinary violations), *aggressive Verstöße* (aggressive violations) und *Ausrutscher*. In neuerer Zeit wurde diskutiert, ergänzend auch positive Verhaltensweisen zu berücksichtigen (Özkan & Lajunen, 2005).

In interkulturellen Vergleichsstudien konnte die Unterscheidung nach *Fehlern* und *Verstößen* vielfach repliziert werden (Lajunen, Parker & Summala, 2004; Özkan, Lajunen, Chliaoutakis, Parker & Summala, 2006). Allerdings sind vom DBQ unterschiedliche Varianten im Einsatz. Während einige Autoren nur 10 Items verwenden, geben andere bis zu 112 Items vor. Auch die Zahl der jeweils extrahierten Faktoren ist unterschiedlich (de Winter & Dodou, 2010). Sullman, Meadows & Pajo (2002) fanden eine Lösung aus vier Faktoren, wobei sie *Verstöße* (violations) und zusätzlich *aggressive Verstöße* (aggressive violations) differenzierten. Parker, McDonald, Rabbitt & Sutcliffe (2000) kamen auf eine fünffaktorielle Lösung, behielten letztlich jedoch die „klassische“ Unterscheidung nach drei Faktoren bei.

Selbst über verschiedene Nationalitäten hinweg, scheint die Unterscheidung nach *Fehlern* und *Verstößen* am stabilsten replizierbar zu sein (Lajunen et al., 2004; Özkan et al., 2006; de Winter & Dodou, 2010). Die entsprechenden Faktoren werden jedoch in den Publikationen teilweise unterschiedlich benannt (de Winter & Dodou, 2010). Es konnte weiterhin für diese beiden Faktoren nachgewiesen werden, dass die Merkmalsausprägungen hier über die Zeit hinweg stabil bleiben (Özkan, Lajunen & Summala, 2006). Eine Meta-Analyse belegte, dass beiden Skalen gleichermaßen gut geeignet sind, um die tatsächliche Verwicklung in Unfälle zu prädictieren (de Winter & Dodou, 2010).

In einem klinischen Kontext konnte gezeigt werden, dass Fahrer, die an ADHS leiden, sowohl häufiger in Unfälle verwickelt sind, als auch höhere Werte auf den drei Skalen des DBQ (*Verstöße*, *Fehler* und *Ausrutscher*) erreichen (Fried et al., 2006). Bisher wurde der DBQ noch nicht eingesetzt, um das Fahrverhalten von Schmerzpatienten unter Langzeitbehandlung mit Opioiden zu untersuchen.

3.3.2 Prospektive Verfahren

3.3.2.1 Experimentelle Studien

In experimentellen Studien wird geprüft, in wieweit es nach der Einnahme von Medikamenten zu Beeinträchtigungen in Leistungsbereichen kommt, die für das sichere Fahren als relevant erachtet werden. Alternativ dazu wird auch das Fahren direkt untersucht, entweder auf abgeschlossenen Arealen, im Straßenverkehr oder in Fahrsimulatoren. Aus den so nachgewiesenen Leistungsbeeinträchtigungen werden dann Rückschlüsse auf das Unfallrisiko gezogen (Krüger & Vollrath, 2009). Allerdings gibt es bislang kein allgemein akzeptiertes Modell das beschreibt, wie die Beeinträchtigungen in motorischen und kognitiven Leistungsbereichen mit dem tatsächlichen Fahrverhalten und schließlich dem Unfallrisiko zusammenhängen.

Der entscheidende Vorteil experimenteller Studien liegt darin, dass spezifische Personengruppen gezielt unter der Einwirkung eines Medikaments untersucht werden können. Im Gegensatz zu den zuvor dargestellten Untersuchungsformen können so auch Informationen über Medikamente gewonnen werden, die nur selten verordnet werden (Berghaus & Hilgers, 2009).

Die Wirkung von Medikamenten lässt sich prinzipiell auf drei Arten untersuchen (1) Einmalgabe des Medikaments an gesunde Probanden, (2) Mehrfachgabe des Medikaments an gesunde Probanden und (3) Mehrfachgabe des Medikaments an Patienten, zu deren Behandlung das Medikament auch entwickelt wurde. Mehrfachgaben werden untersucht, um die Toleranzentwicklung an die Substanzwirkung zu berücksichtigen. Obwohl die Untersuchung der Mehrfachgabe eines Medikaments an Patienten die Realität am ehesten widerspiegelt, werden Medikamentenuntersuchungen zumeist an jungen Gesunden durchgeführt, denen das Medikament nur einmal verabreicht wird. Da eine mögliche Toleranzentwicklung an die leistungsbeeinträchtigenden Nebenwirkungen damit unberücksichtigt bleibt, wird das Ausmaß der Beeinträchtigung so eher überschätzt.

In der Literatur finden sich zahlreiche Studien, in denen der Einfluss psychoaktiver Substanzen auf fahrrelevante Leistungsbereiche gemessen wurde. Dabei wird eine Vielzahl unterschiedlicher Verfahren eingesetzt, darunter auch Verfahren, die im Rahmen der amtlichen Begutachtung der Fahreignung eingesetzt werden (siehe Kapitel 3.1.3). Eine Übersicht der zur Erfassung der Alkoholwirkung eingesetzten Verfahren findet sich bei Schnabel, Hargutt und Krüger (2010). Dort werden auch Ansätze zur Klassifikation dieser Verfahren nach unterschiedlichen Gesichtspunkten vorgestellt. Die Vielfalt der zur Leistungsmessung eingesetzten Verfahren und die unterschiedlichen methodischen Vorgehensweisen erschweren studienübergreifende Vergleiche zur selben Substanz.

Der am häufigsten im Straßenverkehr eingesetzte Test zur Erfassung substanzbedingter Beeinträchtigungen ist der Road-tracking Test (O'Hanlon, 1984). Er wurde bereits zur Untersuchung einer Vielzahl von Drogen (Penning, Veldstra, Daamen, Olivier & Verster, 2010) und psychoaktiven Medikamenten (Verster & Roth, 2011) verwendet. Er besteht aus einer einstündigen Autobahnfahrt bei vorgegebener Geschwindigkeit. Dabei wird gemessen, wie stark der Fahrer während des Fahrens in der Spur schwankt. Der als SDLP (standard deviation of lateral position) bezeichnete Parameter wird als Indikator der Beeinträchtigung herangezogen (für eine ausführliche Beschreibung des Verfahrens siehe Kapitel 7.4.2). Zum Road-tracking Test wurden Daten zur dosisabhängigen

Beeinträchtigung durch Alkohol publiziert (Verster & Ramaekers, 2009). Betrachtet man die Differenzwerte der SDLP zwischen nüchtern und unter verschiedenen Graden der Alkoholisierung durchgeführten Fahrten ist zu erkennen, dass das Ausmaß des Schwankens mit dem Blutalkoholspiegel ansteigt (Abbildung 4). Diese Daten zur alkoholbedingten Beeinträchtigung wurden als Referenzdaten bei der Untersuchung anderer psychoaktiver Substanzen herangezogen. Für Fahrer, die nicht unter Substanzeneinfluss standen, wurden in den publizierten Studien Spurschwankungen zwischen 9 und 34cm gemessen (Verster & Roth, 2011).

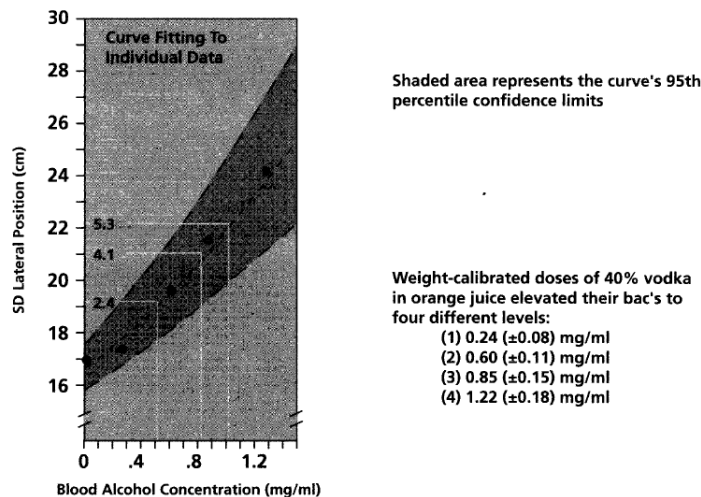


Abbildung 4: Veränderung der SDLP bei steigender Alkoholisierung (aus Verster & Ramaekers, 2009, S. 90).

Der Road-tracking Test ist auch Bestandteil der von einer Arbeitsgruppe des International Council of Alcohol, Drugs, and Traffic Safety (ICADTS) vorgeschlagenen Richtlinien zur Durchführung von experimentellen Studien zum Einfluss psychoaktiver Substanzen auf die Fahrsicherheit (ICADTS, 1999; Walsh, Verstraete, Huestis & Mørland, 2008). Ziel dieser Richtlinien war es, die Vergleichbarkeit der durchgeführten Studien zu erhöhen und einheitliche Qualitätsstandards zu setzen. Diese Richtlinien enthalten unter anderem Vorgaben für die Zusammenstellung der Stichprobe, das methodische Vorgehen, die zu verwendenden Leistungsmaße und die statistische Auswertung der Ergebnisse. Dort wird auch vorgeschlagen, die Beeinträchtigung durch Alkohol als Referenz für die durch andere psychoaktive Substanzen bedingte Beeinträchtigung heranzuziehen. Diese relative Betrachtung zur alkoholbedingten Beeinträchtigung wurde auch in ein vorgeschlagenes Klassifikationsschema für Medikamente (de Gier, Alvarez, Mercier-Guyon & Verstraete, 2009) aufgenommen. In diesem werden drei Kategorien unterschieden und mit entsprechenden Labels versehen:

- Kategorie 1: vermutlich keine Beeinträchtigung der Fahrsicherheit – vergleichbar BAK < 0.2‰
- Kategorie 2: geringe oder mäßige Beeinträchtigung der Fahrsicherheit zu erwarten – vergleichbar 0.2‰ > BAK < 0.5‰
- Kategorie 3: starke Beeinträchtigung der Fahrsicherheit zu erwarten; vermutlich gefährlich – vergleichbar BAK > 0.5‰.

In neuerer Zeit werden zunehmend Studien zur Medikamentenwirkung in Fahrsimulatoren durchgeführt (Rapoport & Banina, 2007). In entsprechend ausgestatteten Anlagen kann der Straßenverkehr wirklichkeitsnah dargestellt werden. Ein entscheidender Vorteil besteht darin, dass Verkehrssituationen immer wieder exakt reproduziert werden können. Auch können hier

Untersuchungen ohne Gefährdung der Probanden und anderer Verkehrsteilnehmer durchgeführt werden. Ausgehend von Studien zur Untersuchung erkrankungsbedingter Beeinträchtigungen des Fahrers entwickelte eine Würzburger Arbeitsgruppe eine Fahrprobe (Kaussner, 2007). Der Parcours enthält neben monotonen Abschnitten eine Vielzahl von Verkehrssituationen, mit denen Fahrer bei Fahrten auf Überlandstrecken, auf Autobahnen und in Innenstadtbereichen üblicherweise konfrontiert werden. Diese Fahrprobe wurde an Alkohol validiert (Kenntner-Mabiala, Kaussner, Jagiellowicz, Hoffmann & Krüger, 2011) und bereits erfolgreich in klinischen Prüfungen eingesetzt (Kaussner et al., 2010). Eine Fahrprobe in der Fahrsimulation wird auch von einer niederländischen Arbeitsgruppe eingesetzt (Veldstra et al., 2012). In beiden Fahrproben werden, anders als im Road-tracking Test, auch komplexere Leistungen des Fahrers erfasst.

Dass das Verhalten von Fahrern im Fahrsimulator auf das Verhalten in realen Fahrzeugen, wenn auch mit Einschränkungen, übertragbar ist, gilt als bestätigt (Fisher, 2011; Shechtman, Classen, Awadzi & Mann, 2009). Insbesondere konnte nachgewiesen werden, dass die Leistung beim Fahren unter Alkoholeinfluss vergleichbar ist (Helland et al., 2013). Allerdings ermüden Fahrer beim Fahren im Fahrsimulator in der Regel stärker als beim Fahren auf der Straße (Hallvig et al., 2013).

3.3.2.2 *Reviews und Meta-Analysen*

Reviews und Meta-Analysen stellen Zusammenfassungen gleichartiger Einzelstudien dar. Während die Einzelstudien in Reviews lediglich zusammengestellt und bewertet werden, werden die Ergebnisse in Meta-Analysen mit statistischen Methoden zusammengefasst (Bortz & Döring, 2009). Eine solche Methode ist das vote-counting (Hedges & Olkin, 1980). Dabei werden die signifikanten Ergebnisse der verfügbaren Studien gezählt. Eine sehr umfassende Meta-Analyse zum Einfluss von Medikamenten (u.a. Hypnotika, Anxiolytika, Antihistaminika) und illegalen Drogen (u.a. THC, Kokain) auf die Fahrsicherheit legten Berghaus, Sticht & Grellner (2010) vor. In diese Analyse gingen 605 Publikationen mit einer Gesamtzahl von mehr als 13 000 Befunden zum Einfluss dieser Substanzen auf die Fahrleistung oder auf Leistungsbereiche, die für das Fahren relevant sind, ein. Über alle Studien zur selben Substanz hinweg wurde für verschiedene Dosierungen bestimmt, bei welchem Anteil von Befunden ein signifikanter Unterschied zwischen Experimental- und Kontrollgruppe vorhanden war. Die Studie erlaubt die Ableitung von Aussagen darüber, bei welchen Medikamenten in welcher Dosierung eine Beeinträchtigung zu erwarten ist, die der unter 0.3, 0.5 und 0.8‰ Alkohol entspricht.

Meta-Analysen können allerdings nur für Medikamente erstellt werden, für die eine Vielzahl vergleichbarer Studien publiziert wurde. Dabei stellt sich immer die Frage, was noch als vergleichbar betrachtet werden kann. Häufig fehlen darüber hinaus in Publikationen Angaben, die für die durchzuführenden Berechnungen notwendig sind. Besonders kritisch ist, dass nicht-signifikante Befunde in der Regel nicht publiziert werden, was zu einer Verfälschung der Ergebnisse von Meta-Analysen führt.

3.3.3 *Fazit*

Um die Gefährdung zu beurteilen, die von einem bestimmten Medikament ausgeht, stellen Fall-Kontroll-Studien den Königsweg dar. Hier wird die Gefährdung gemessen, wie sie sich im tatsächlichen Verkehrsgeschehen ergibt. Da jedoch nicht jede von einer Substanz verursachte Beeinträchtigung auch immer zu einem Unfall führt, wird die tatsächliche Gefährdung eher etwas unterschätzt (Berghaus & Hilgers, 2009). Fall-Kontroll-Studien können aber nur für Medikamente durchgeführt werden, die weit verbreitet sind. Dabei sollten die Medikamentenkonzentrationen sowohl bei den Unfallopfern als auch in den Roadside-Survey im Blut bestimmt werden. Die Abgabe von Blutproben wird jedoch häufiger verweigert als die Abgabe von Speichelproben, was einen

Anstieg der Non-Responder-Rate mit sich bringt. Merkmale der Personen bleiben in Fall-Kontroll-Studien weitgehend unberücksichtigt.

Im Experiment können die Medikamente gezielt an die Personengruppe verabreicht werden, für die Ergebnisse benötigt werden (z.B. Patienten). Leider wird eine Vielzahl von unterschiedlichen Verfahren in den publizierten Studien eingesetzt, um die fahrrelevanten Beeinträchtigungen zu bestimmen. Vergleiche über verschiedene Studien hinweg sind daher kaum möglich. Deshalb wurden Richtlinien für die Durchführungen von solchen Studien herausgegeben. Ein Verfahren, das sehr häufig eingesetzt wird, und auch in den angesprochenen Richtlinien empfohlen wird, ist der Road-tracking Test. Zu diesem Test stehen Daten zur alkoholbedingten Beeinträchtigung zur Verfügung. Sie erlauben die Einordnung einer Substanzwirkung relativ zur Wirkung des Alkohols.

Da im Experiment unter Umständen bereits Beeinträchtigungen offensichtlich werden, die im Straßenverkehr noch nicht zum Unfall führen, z.B. weil sie kompensiert werden, kommt es bei experimentellen Studien eher zu einer Überschätzung der medikamentenbedingten Verkehrsgefährdung.

Die retrospektive Befragung von Fahrern nach der Häufigkeit von Fahrfehlern stellt eine Alternative zur Erfassung von Unfällen dar. Hierzu steht ein standardisierter Fragebogen (DBQ) zur Verfügung, der bislang allerdings noch nicht im Rahmen von Studien zur Bewertung von Medikamenten eingesetzt wurde.

4 Unfallstatistik und Unfallrisiko

Die meisten Unfälle sind auf Fehler des Fahrers zurückzuführen. Einschlägige Publikationen schätzen den Anteil auf 90-99% (Hendricks, Freedman, Zador & Fell, 2001; Rumar, 1985). Dennoch sind Unfälle relativ seltene Ereignisse. Dies liegt unter anderem daran, dass nicht jeder Fahrfehler, der potentiell zu einem Unfall führen könnte, auch tatsächlich zu einem Unfall führt (z.B. Fuller, 2005). Hier kommen die anderen Verkehrsteilnehmer ins Spiel, die durch ihr Verhalten Unfälle verhindern.

Dieses Kapitel gibt zunächst einen Überblick über die Unfallzahlen. Dann wird betrachtet, in wieweit die Fahrsicherheit beim Vorliegen von Risikofaktoren beeinträchtigt ist. Dazu werden die Zahlen der amtlichen Unfallstatistik herangezogen und Ergebnisse epidemiologischer Studien berichtet.

4.1 Verunglückte und Getötete

Nach wie vor ist der PKW das wichtigste Verkehrsmittel im Alltag. In Deutschland werden täglich 2.5 Mrd. Personenkilometer mit dem Pkw zurückgelegt. Der Großteil der Erwerbstätigen nutzt den PKW fast täglich (BMVBS, 2010). Statistisch gesehen steht jedem zweiten Bundesbürger ein Auto zur Verfügung (Statistisches Bundesamt, 2012).

Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes wurden 2011 2,4 Millionen Unfälle polizeilich erfasst, was einem Rückgang von 2,1% im Vergleich zum Vorjahr entspricht. 4009 Menschen wurden im Straßenverkehr getötet und damit fast 10% mehr als im Vorjahr. Sowohl beim Anteil der Schwerverletzten, als auch beim Anteil der Leichtverletzten, war im Vergleich zum Vorjahr, ein Anstieg zu verzeichnen (Statistisches Bundesamt, 2012). In diese Angaben gehen jedoch nicht nur PKW-Fahrer ein, sondern auch Motorradfahrer, Radfahrer und Fußgänger. Jedoch lag der Anteil der PKW-Nutzer sowohl unter den Getöteten als auch unter den Verletzten bei etwa 50%. Der Rest teilt sich auf Motorradfahrer (17.7%), Fußgänger (15.3%) und Radfahrer (10.0%) auf (Statistisches Bundesamt, 2012). Aufgrund des dann höheren Verkehrsaufkommens ereignen sich in den Sommermonaten mehr Unfälle. An den verschiedenen Wochentagen ereignen sich unterschiedlich viele Unfälle.

Auf Europäischer Ebene bewegt sich die Zahl der Verkehrstoten in anderen Dimensionen. 2001 starben auf Europas Straßen 54 000 Menschen (Abbildung 5). Seither ist die Zahl der Verkehrstoten rückläufig. Europaweit lag der Rückgang zwischen 2001 und 2010 bei rund 44% und sank damit auf 30 800 Verkehrstote. Dabei nahm in diesem Zeitraum die Anzahl der Mitgliedsländer zu und das Verkehrsaufkommen stieg beträchtlich an. In Deutschland ging die Zahl der Verkehrstoten innerhalb dieses Zeitraums um fast 48% zurück. 2010 waren es damit in Deutschland 3 329 Personen weniger als im Jahr 2001.

Zwar hatte sich die Europäische Kommission die Halbierung der Verkehrstoten bis 2010 vorgenommen, dieses Ziel aber folglich nicht ganz erreicht. Sie gibt sich dennoch ambitioniert. Das neue Weißbuch zur Verkehrspolitik sieht bis 2020 eine weitere Halbierung der Unfallzahlen vor; bis 2050 soll die Zahl der Verkehrstoten dann sogar auf null zurückgegangen sein (Europäische Kommission, 2011).

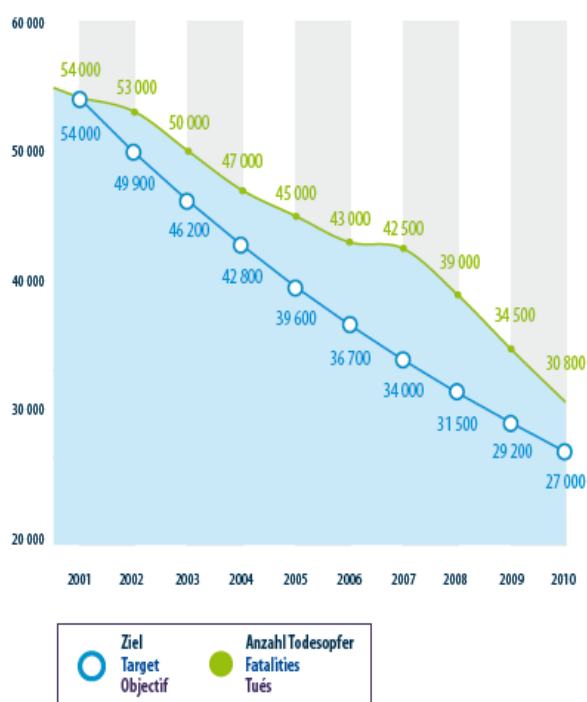


Abbildung 5: Tote im Straßenverkehr pro Jahr seit 2001 (European Commission, 2011).

4.2 Unfallschwerpunkte

Wie in den Vorjahren ereigneten sich 2011 in Deutschland die meisten Unfälle mit Personenschaden innerhalb geschlossener Ortschaften (68.7%). 25.3% dieser Unfälle ereigneten sich auf Straßen außerhalb von Ortschaften und nur 6.0% ereigneten sich auf Autobahnen (Abbildung 6). Die Betrachtung des Anteils der bei Unfällen Getöteten zeigt, dass die Unfälle auf Außerortsstraßen dabei die schlimmsten Folgen hatten. Außerhalb geschlossener Ortschaften haben deutlich mehr Menschen ihr Leben verloren (60.9%) als bei Unfällen innerhalb von Ortschaften (27.8%) oder auf Autobahnen (11.3%) zusammen. Während bei Unfällen Innerorts nur 5 Getötete auf 1 000 Unfälle mit Personenschaden kamen, lag der entsprechende Anteil für Autobahnen 2011 in Deutschland bei 25 und für die Landstraßen sogar bei 31 (Statistisches Bundesamt, 2012).

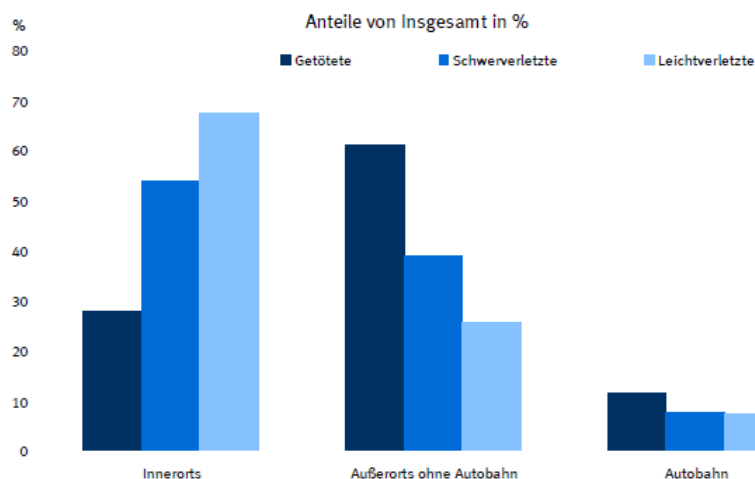


Abbildung 6: Verunglückte nach Ortslagen 2011 (Statistisches Bundesamt, 2012, S. 43).

Innerhalb geschlossener Ortschaften war 2011, wie auch in den Vorjahren, der Zusammenstoß mit einem anderen Fahrzeug, das einbiegt oder kreuzt, mit 33.8% die häufigste Unfallart. Außerhalb geschlossener Ortschaften war das Abkommen von der Fahrbahn mit 34.1% die am häufigsten erfasste Unfallursache (Statistisches Bundesamt, 2012).

Detaillierte Angaben zu Unfallursachen liegen aus einer Analyse von etwa 1000 Unfallprotokollen von schweren Verkehrsunfällen vor, die sich im Jahr 2002 im Großraum Braunschweig ereigneten (Vollrath, Briest & Drewes, 2006). 76% aller schweren Unfälle konnten in dieser Studie einer der folgenden neun Kategorien zugeordnet werden, die hier in absteigender Häufigkeit angeordnet sind:

- Einbiegen oder Durchfahren einer Kreuzung: 22%,
- Abkommen von der Fahrbahn aufgrund überhöhter Geschwindigkeit: 19%,
- Auffahrunfall im Längsverkehr (meist auf Autobahnen und Landstraßen): 16%,
- Kollision mit entgegenkommendem Fahrzeug beim Abbiegen: 5%,
- Kollision beim Parken und Wenden: 5%,
- Kollision beim Spurwechsel: 3%,
- Auffahren auf ein abbiegendes Fahrzeug: 3%,
- Abkommen von der Fahrbahn aufgrund von Problemen bei der Spurhaltung: 2%,
- Kollision mit einem Radfahrer beim Abbiegen: 1%.

Aus der Analyse dieser Unfälle schlossen die Autoren, dass für den Fahrer zwei zentrale Aufgaben bestehen. Zum einen müssen bevorrechtigte Verkehrsteilnehmer erkannt werden, zum anderen müssen Geschwindigkeit und Abstand der Verkehrssituation angepasst werden, was folglich nicht immer in ausreichendem Maße gelingt.

4.3 Erkrankungen

Bei der Unfallaufnahme durch die Polizei werden Krankheiten nur dann erfasst, wenn die Annahme besteht, dass eine Erkrankung ursächlich für die Entstehung des Unfalls war. Verwertbare Aussagen über die Unfallverwicklung in Abhängigkeit von Erkrankungen liefert die amtliche Unfallstatistik jedoch nicht. Eine Meta-Analyse (Vaa, 2003) gibt Auskunft zu krankheitsbedingten Unfallrisiken. In

dieser Arbeit wurden 62 Studien mit einer Gesamtzahl von 298 Befunden zusammengefasst. Der überwiegende Anteil der berücksichtigten Studien waren Fall-Kontroll-Studien. In Tabelle 6 sind die Hauptergebnisse dieser Meta-Analyse zusammengefasst.

Tabelle 6: Relatives Unfallrisiko für zu Gruppen zusammengefasste Erkrankungen in absteigender Ordnung (Vaa, 2003).

Krankheitsbild	Relatives Risiko	Vertrauensintervall	Befunde
Alkoholabhängigkeit	2.00	1.89-2.12	3
Neurologische Erkrankungen	1.75	1.61-1.89	22
Psychiatrische Erkrankungen	1.72	1.48-1.99	23
Drogen und Medikamente	1.58	1.45-1.73	68
Diabetes	1.56	1.13-1.86	25
Kardiovaskuläre Erkrankungen	1.23	1.09-1.38	48
Hörschwäche	1.19	1.02-1.40	5
Muskuloskelettale Erkrankungen	1.17	1.00-1.36	12
Sehstörungen	1.09	1.04-1.15	79
Nierenerkrankungen	0.87	0.54-1.34	3

Für eine Reihe von Krankheitsbildern besteht folglich eine signifikante Erhöhung des Unfallrisikos. Das höchste relative Risiko zu verunfallen wurde in dieser Arbeit für die Alkoholabhängigkeit ermittelt. Das Risiko zu verunfallen war hier doppelt so hoch wie bei nicht-alkoholabhängigen Fahrern. Dabei ist diese Kategorie nicht gleichzusetzen mit dem Fahren unter Alkoholeinfluss.

Die Anzahl der zu den einzelnen Krankheitsbildern verfügbaren Befunde unterschied sich jedoch deutlich. Bei Alkoholismus waren es beispielsweise nur drei Befunde, in der Gruppe „Drogen und Medikamente“ hingegen fast 70. Allerdings wurde hier auch eine sehr große und heterogene Anzahl verschiedener Drogen und Medikamente zu einer Kategorie zusammengefasst. Auch wurde nicht zwischen verordnungsgemäßer und missbräuchlicher Einnahme von Medikamenten unterschieden. Das Unfallrisiko wurde mit 1.58 angegeben. Für muskuloskelettale Erkrankungen wurde ein Unfallrisiko von 1.17 errechnet, das immerhin auf 12 Befunden basierte. Für Nierenerkrankungen ergab sich keine signifikante Risikoerhöhung.

In einer neueren und sehr umfassenden Übersichtsarbeit (Charlton et al., 2010) wurden Studien zum Unfallrisiko und zu verkehrssicherheitsrelevanten Beeinträchtigungen bei Erkrankungen zusammengestellt. Dabei wurde kein metaanalytisches Vorgehen gewählt, sondern es wurde eine Risikoklassifikation durch Experten durchgeführt, die auf den Ergebnissen der jeweils verfügbaren Studien basierte. Von diesen Experten konnten fünf Risikokategorien vergeben werden:

- 1.1-2.0 (leicht erhöhtes Risiko),
- 2.1-5.0 (mittel erhöhtes Risiko),
- > 5.0 (deutlich erhöhtes Risiko),
- ~ 1 (kein erhöhtes Risiko),
- / (nicht eindeutige Befundlage).

Tabelle 7 enthält eine Übersicht der zentralen Ergebnisse dieser Studie. Auch hier ordneten die Experten der Alkoholabhängigkeit ein erhöhtes Unfallrisiko zu. Schlafapnoe und Grünem Star wurde ein mittleres bis deutlich erhöhtes Risiko zugeordnet. Das mit muskuloskelettalen Erkrankungen

assoziierte Risiko lag, wie bei der eingangs dargestellten Studie auch, unter zwei und damit eher im niedrigen Risikobereich.

Tabelle 7: Relatives Risiko beim Vorliegen verschiedener Erkrankungen in absteigender Ordnung (Charlton et al., 2010).

Erkrankung	Relatives Risiko (Kategorie)
Alkoholabhängigkeit	2.1-5.0
Demenz	2.1-5.0
Multiple Sklerose	2.1-5.0
Schizophrenie	2.1-5.0
Schlafapnoe	2.1- >5.0
Grüner Star	2.1- >5.0
Kardiovaskuläre Erkrankungen	1.1-5.0
Epilepsie	1.1-5.0
Grauer Star	1.1-5.0
Diabetes	1.1-2.0
Muskuloskelettale Erkrankungen	1.1-2.0
Beeinträchtigt Kontrastsehen	1.1-2.0

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass zahlreiche Erkrankungen mit einer Erhöhung des Unfallrisikos einhergehen. Gemittelt über alle Erkrankungen kam eine Meta-Analyse (Vaa, 2003) zu einem um das 1.33-fache erhöhten Risiko (VI^2 : 1.28 - 1.37). Zwischen einzelnen Erkrankungen bestehen allerdings deutliche Unterschiede. Bei den neurologischen Erkrankungen war beispielsweise das Unfallrisiko von an Demenz Erkrankten besonders hoch ($RR = 2.1-5.0$; Charlton et al., 2010). Eine besonders gefährdete Gruppe stellten auch Personen dar, die unter Schlafapnoe leiden. Bei ihnen ist der Schlaf gestört und in der Folge tritt vermehrt Tagesschläfrigkeit auf. Vaa (2009) gibt das Relative Risiko für die so Erkrankten mit 3.71 (VI : 2.14-6.40) an, Charlton et al. (2010) geben einen Bereich von 2.1 bis über 5.0 an.

Muskuloskelettale Erkrankungen, die häufige Ursache chronischer Schmerzen sind, scheinen eher mit einem geringeren Unfallrisiko assoziiert zu sein. Für viele Erkrankungen fehlen noch aussagekräftige Studien oder sind die Ergebnisse der verfügbaren Studien sehr widersprüchlich, so dass keine zusammenfassenden Aussagen zum Unfallrisiko möglich waren (Charlton et al., 2010; Vaa, 2003).

Es ist kritisch anzumerken, dass viele Erkrankungen Stadien durchlaufen, was in den Studien jedoch nicht ausreichend berücksichtigt wird (Holte, 2011). Die empirisch ermittelten Risikokennwerte müssen daher nicht unbedingt für alle Erkrankten Gültigkeit besitzen. Weiterhin geht Multimorbidität mit einer Zunahme des Unfallrisikos einher (LeRoy & Morse, 2008 zitiert nach Holte, 2011). Das Odds-Ratio beim Vorliegen von 1-2 Erkrankungen lag bei 1.15 (VI : 1.04-1.27), beim Vorliegen von drei und mehr Erkrankungen schon bei 1.27 (VI : 1.09-1.47). Auch dies wird in den Studien zum krankheitsbedingten Unfallrisiko oft nicht ausreichend berücksichtigt. Weiterhin bleiben Daten zur Exposition zumeist unberücksichtigt sowie Angaben darüber, ob die Patienten in Behandlung waren oder nicht. Wird eine medikamentöse Therapie durchgeführt ist ferner immer zu hinterfragen, ob Beeinträchtigungen krankheitsbedingt oder auf die Medikamente zurückzuführen waren (Vaa, 2003).

² VI = Vertrauensintervall

Medikamente können jedoch auch bestehende Beeinträchtigungen aufheben oder zumindest neutrale Effekte auf diese haben. Eine aktuelle Längsschnittstudie (Vingilis & Wilk, 2008) beschäftigte sich mit diesem Thema. Ein erhöhtes Unfallrisiko wurde für Asthma (OR: 1.864, VI: 1.281-2.713), Rheumatische Erkrankungen (OR: 1.659; VI: 1.163 - 2.365) und Rückenschmerzen (OR: 2.169; VI: 1.624 - 2.895) gefunden. Kein erhöhtes Unfallrisiko wurde bei Bluthochdruck (OR: 1.435; VI: 0.944- 2.181), Diabetes (OR: 1.479, VI: 0.743- 2.944) und Herzerkrankungen (OR: 2.627; VI: 0.941- 7.334) gezeigt. Ob eine medikamentöse Behandlung stattfand oder nicht hatte dabei keinen Einfluss auf das ermittelte Risiko.

4.4 Alkohol

Die Zahl der Alkoholunfälle ist seit Jahren rückläufig und erreichte 2010 den niedrigsten Stand seit Beginn der Zählung 1975 (Statistisches Bundesamt, 2011a). Als Alkoholunfälle gelten Unfälle, bei denen mindestens ein Unfallbeteiligter zum Zeitpunkt des Unfalls unter Alkoholeinfluss stand. Die amtliche Unfallstatistik Deutschlands stellt auf Basis der Daten aus 2010 detaillierte Informationen zu Alkoholunfällen zur Verfügung (Statistisches Bundesamt, 2011a). Von den im Jahr 2010 insgesamt 2,4 Millionen polizeilich erfassten Unfällen waren 1.6% Alkoholunfälle. Verglichen mit allen Unfällen mit Personenschaden ist der Anteil der Unfälle mit Schwerverletzten und Getöteten bei Alkoholunfällen besonders hoch. Dies ist ein Indikator für die besondere Schwere der Unfälle unter Alkoholeinfluss.

Die meisten Alkoholunfälle mit Personenschaden ereigneten sich 2010 innerhalb von Ortschaften (67%). 28% dieser Unfälle ereigneten sich auf Landstraßen und nur 4.5% auf Autobahnen. Mehr als die Hälfte der Alkoholunfälle waren sog. Fahrnunfälle. An diesen Unfällen sind keine anderen Verkehrsteilnehmer beteiligt. Sie ereignen sich, weil der Fahrer die Kontrolle über sein Fahrzeug verliert, beispielsweise aufgrund nicht angepasster Geschwindigkeit. Bei Unfällen ohne Beteiligung von Alkohol machen diese Unfälle nur 20% aus. Der Anteil von Alkoholunfällen an Kreuzungen ist hingegen verhältnismäßig gering (13% vs. 35% im Durchschnitt aller Unfälle mit Personenschaden).

An Alkoholunfällen Beteiligte standen zumeist unter starkem Alkoholeinfluss. Bei 71% der Fahrer lag der Blutalkoholspiegel zum Zeitpunkt des Unfalls bei 1.1‰ oder höher. Bei niedrigeren Alkoholkonzentrationen muss jedoch mit einer Dunkelziffer gerechnet werden, da diese bei der Unfallaufnahme mitunter nicht auffallen (Statistisches Bundesamt, 2011a).

Die wohl bedeutendste Studie zum Unfallrisiko unter Alkoholeinfluss ist die „Grand-Rapids-Studie“, die bereits in den 60er Jahren in den USA durchgeführt wurde (Borkenstein, Crowther, Shumate, Zeil & Zylman, 1974). Bei dieser Studie wurde der Blutalkoholspiegel bei verunfallten Fahrern bestimmt. Diese Daten wurden mit Alkoholdaten von unfallfreien Fahrten verglichen, die in Roadside-Surveys erfasst wurden. In Deutschland wurde bislang nur eine vergleichbare Studie durchgeführt (Krüger & Vollrath, 1998). Aus dieser Studie stehen repräsentative Daten für Deutschland zur Verfügung. In Abbildung 7 sind die Risikofunktionen aus beiden Studien zu sehen. Beide Kurven verlaufen ähnlich, wobei die aus den deutschen Daten ermittelte Kurve etwas steiler verläuft. Dieser Unterschied wird mit der höheren Verkehrsdichte in der Region Deutschlands erklärt, in der die Erhebung durchgeführt wurde (Krüger & Vollrath, 2004).

Bis zu einem Blutalkoholspiegel von 0.4‰ ergibt sich praktisch keine Erhöhung des Unfallrisikos. Zwischen 0.4‰ und 0.5‰ zeigt sich bereits eine Risikoerhöhung um das etwa 2.5-fache. Mit dem weiteren Anstieg des Blutalkoholspiegels steigt das Unfallrisiko weiter an und nimmt ab 1.1‰ einen exponentiellen Verlauf. Die durch Alkohol bedingte Erhöhung des Unfallrisikos wurde auch in späteren Fall-Kontroll-Studien bestätigt (Drummer et al., 2004; Hels et al., 2011).

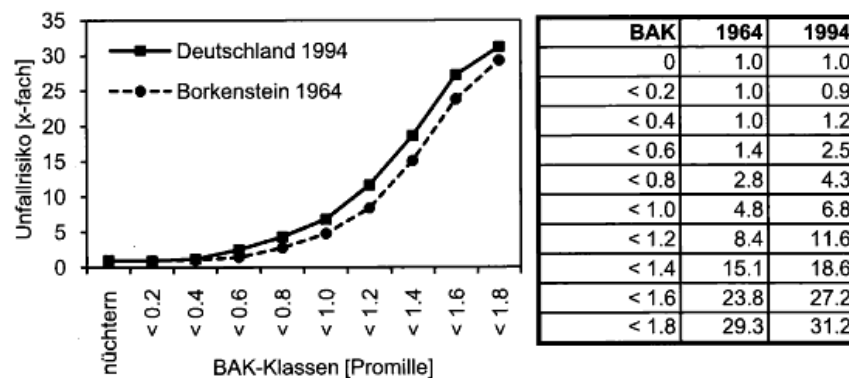


Abbildung 7: Unfallrisiko in Abhängigkeit von der Blutalkoholkonzentration in der Grand-Rapids-Studie (Borkenstein et al., 1974) und der Deutschen Studie (Krüger & Vollrath, 1998); aus Vollrath und Krems (2011, S. 135).

Eines der Hauptergebnisse der größten bisher durchgeführten Europäischen Fall-Kontroll-Studie war, dass das höchste Unfallrisiko bei Blutalkoholkonzentrationen ab 1.2‰ besteht und das durch illegale Drogen verursachte Unfallrisiko damit bei Weitem übersteigt (Hels et al., 2011). Für Blutalkoholkonzentrationen ab 1.2‰ wurde in dieser, im Rahmen des Europäischen Forschungsprojekts DRUID durchgeführten Studie, ein um das 20 bis 200fach erhöhtes Unfallrisiko festgestellt. Dasselbe Risiko wurde auch für Fahrer nachgewiesen, die neben Alkohol zusätzlich illegale Drogen oder Medikamente konsumiert hatten. Zum Vergleich: die mit 0.1-0.5‰ assoziierte Risikoerhöhung wurde in dieser Studie mit 1 bis 3 angegeben, für den Bereich 0.5-0.8‰ mit 2-10. Eine exakte Angabe des Risikos war aufgrund methodischer Gegebenheiten nicht möglich.

Überhaupt wurden Medikamente und illegale Drogen häufig gemeinsam mit Alkohol oder in Kombination nachgewiesen, was mit einem enormen Anstieg des Unfallrisikos verbunden ist (Hels et al., 2011). Die enorme Risikoerhöhung, wenn Alkohol mit anderen psychoaktiven Substanzen gemeinsam konsumiert wurde, ist vielfach belegt (Li, Brady, & Chen, im Druck; Gjerde, Normann, Christophersen, Samuelsen & Mørland, 2011; Movig et al., 2004).

Eine alkoholbedingte Beeinträchtigung der Fahrsicherheit kann somit aufgrund der Ergebnisse aus epidemiologischen Studien als gesichert angesehen werden. Sie wird auch von den Ergebnissen experimenteller Studien bestätigt. In einer aktuellen Meta-Analyse (Schnabel et al., 2010) wurden 450 Publikationen mit mehr als 5000 Befunden zu Alkoholeinflüssen auf Maße der Leistung, des Sozialverhaltens und des Befindens zusammengefasst. Abbildung 8 zeigt den Anteil der signifikanten Befunde in Abhängigkeit des Blutalkoholspiegels. Es ist zu sehen, dass der Anteil signifikanter Befunde mit dem Blutalkoholspiegel zunahm. Dies ist ein Indikator einer zunehmenden Beeinträchtigung. Bei 0.5‰ waren 30% aller Befunde signifikant, bei 0.8‰ bereits 50%. Einen ähnlichen Verlauf zwischen dem Blutalkoholspiegel und dem Anteil signifikanter Befunde zeigte bereits eine frühere Meta-Analyse (Moskowitz & Fiorentino, 2000).

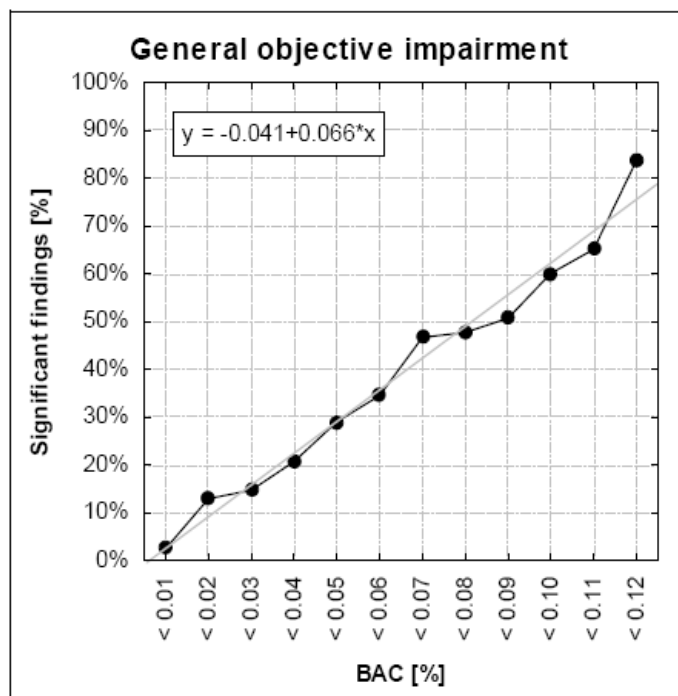


Abbildung 8: Alkoholbedingte Beeinträchtigung: Anteil signifikanter Befunde in Abhängigkeit von der Blutalkoholkonzentration (Schnabel et al., 2010, S. 71).

Ogden und Moskowitz (2004) postulierten, dass bereits geringe Alkoholkonzentrationen Beeinträchtigungen verursachen, sich diese jedoch nur in bestimmten Leistungsbereichen zeigen. Darüber hinaus fanden sie bei niedrigen Alkoholkonzentrationen beträchtliche interpersonelle Unterschiede im Ausmaß der Beeinträchtigung. Die differenziertere Betrachtung der Einzelbefunde aus der eingangs erwähnten Meta-Analyse, die in die Funktion in Abbildung 8 eingegangen sind, zeigte ebenfalls solche Unterschiede auf (Schnabel et al., 2010):

- Das Gefühl betrunken zu sein, ist bereits bei geringen Alkoholkonzentrationen vorhanden. Der Anteil signifikanter Befunde steigt mit zunehmender Alkoholisierung steil an. Bei 0.5‰ wurden 80% signifikante Effekte gefunden.
- Die Kurve für die Ermüdung steigt weniger steil an. Bei 0.5‰ zeigten etwas mehr als 30% der Befunde einen signifikanten Effekt auf diesem subjektiven Parameter an.
- Bei komplexen Aufgaben fanden sich bereits bei niedrigeren Alkoholkonzentrationen mehr signifikante Befunde als bei einfachen Aufgaben. Der Unterschied zwischen beiden Aufgabenarten glich sich mit zunehmender Alkoholisierung an.
- Bei komplexen Aufgaben (u.a. Wiedererkennen, Erinnern oder die tachistoskopische Darbietung von Bildern), fanden sich unter 0.5‰ 24% signifikante Effekte. Bei einfachen Reiz-Reaktionsaufgaben lag dieser Anteil bei derselben Alkoholisierung bei 29%.
- Wurden nur die Befunde einbezogen, in denen das Fahrverhalten in Simulatoren oder auf der Straße (z.B. Spurhaltung, Abstandshaltung) untersucht wurde, zeigten bei 0.5‰ bereits 48% der Befunde einen signifikanten Effekt.
- Wurden nur die Befunde betrachtet, die sich auf Trackingaufgaben beziehen, zeigten bei 0.5‰ 46% eine signifikante Beeinträchtigung an, hingegen bei der Betrachtung von Vigilanzaufgaben nur 24%.

Der positive Zusammenhang zwischen Blutalkoholspiegel und Unfallrisiko kann folglich als bestätigt betrachtet werden. Ihm trägt die Gesetzgebung Rechnung. In 16 der 27 Mitgliedsländer der EU liegt die Promillegrenze bei 0.5‰, neun Länder haben einen niedrigeren Grenzwert, teilweise sogar 0‰. Nur in zwei Ländern, nämlich in England und Malta, dürfen Fahrer noch bis 0.8‰ fahren, ohne sich strafbar zu machen. Die Grenzwerte für Fahranfänger und für Berufskraftfahrer liegen in den meisten europäischen Ländern niedriger als für die übrigen Fahrer (Podda, 2012).

4.5 Medikamente und Drogen

Betrachtet man den Einfluss psychoaktiver Medikamente auf die Verkehrssicherheit, können Drogen nicht völlig außer Acht gelassen werden. Trotz vielfach ähnlicher Wirkungen besteht der wesentliche Unterschied zwischen beiden darin, dass Medikamente in der Regel nicht eingenommen werden, um einen Rauschzustand herzustellen, sondern um Erkrankungen zu behandeln. Da die behandelte Erkrankung selbst bereits mit Symptomen einhergehen kann, die die Fahrsicherheit beeinträchtigen, sollte die Medikamentenwirkung immer in Zusammenhang mit der Symptomatik der zugrundeliegenden Erkrankung betrachtet werden (Grellner & Berghaus, 2012). Nichtsdestotrotz können Medikamente von Gesunden auch illegal wie Drogen konsumiert werden.

Verglichen mit einer relativ überschaubaren Anzahl illegaler Drogen, gibt es eine fast unüberschaubare Anzahl von Medikamenten. Die Rote Liste, das Verzeichnis der in Deutschland zugelassenen Medikamente, umfasst derzeit 7428 Präparate und 2267 Wirkstoffe. Etwa 40% dieser Präparate sind mit dem Hinweis „Reaktionsvermögen“ versehen, der darauf aufmerksam macht, dass bei der Einnahme dieser Präparate die Fähigkeit zur aktiven Teilnahme am Straßenverkehr beeinträchtigt sein kann. Allerdings findet sich dieser Hinweis nicht nur im Beipackzettel von psychoaktiven Medikamenten, sondern auch von Präparaten, die die Sehleistung verändern können, die blutzuckersenkende Wirkung haben oder die auf den Blutdruck einwirken. Allen als psychoaktiv bezeichneten Medikamenten ist gemein, dass sie über zentralnervöse Prozesse das Erleben und Verhalten beeinflussen (Elsesser & Sartory, 2009). Sie können u.a. sedierend, aktivierend oder euphorisierend wirken.

Berghaus et al. (2006) listen Substanzgruppen mit besonderer Relevanz für die Verkehrssicherheit auf. In Tabelle 8 sind zu den jeweiligen Substanzgruppen Beispiele für Einsatzbereiche und Wirkstoffe bzw. Wirkstoffgruppen genannt. Weiterhin sind dort die fahrsicherheitsrelevanten Nebenwirkungen aufgeführt.

Tabelle 8: Auflistung der Arzneimittelgruppen mit besonderer Relevanz für die Verkehrssicherheit unter Nennung des Einsatzbereichs und Beispielen von Wirkstoffen sowie der zentralen fahrsicherheitsrelevanten Nebenwirkungen (in Anlehnung an Grellner & Berghaus, 2012).

Substanzgruppen	Einsatzbereich(e)	Wirkstoffe	fahrsicherheitsrelevante Nebenwirkung(en)
Antidepressiva ⁴	Depressive Störungen, Angstzustände	Tri- und Tetrazyklische Antidepressiva, Serotonin-Noradrenalin-Wiederaufnahmehemmer	Sedierung, Verlangsamung, gleichgültige Haltung gegenüber äußeren Reizen
Neuroleptika	Psychotische Erkrankungen	Haloperidol, Clozapin	Ermüdung, Bewegungsstörungen

⁴ Antidepressiva, Neuroleptika und Tranquillanzien bilden die Gruppe der Psychopharmaka, die in der Tabelle zur Verbesserung der Lesbarkeit getrennt aufgeführt sind.

Tabelle 8: Auflistung der Arzneimittelgruppen mit besonderer Relevanz für die Verkehrssicherheit unter Nennung des Einsatzbereichs und Beispielen von Wirkstoffen sowie der zentralen fahrsicherheitsrelevanten Nebenwirkungen (in Anlehnung an Grellner & Berghaus, 2012). (Fortsetzung)

Substanzgruppen	Einsatzbereich(e)	Wirkstoffe	fahrsicherheitsrelevante Nebenwirkung(en)
Tranquillanzien	Spannungszustände	Benzodiazepine	Müdigkeit, Apathie, Konzentrationsstörungen
Hypnotika, Sedativa	Schlaflosigkeit	Benzodiazepine, Z-Substanzen	Sedierung
Analgetika	Schmerzzustände	Opioide, Nicht-Opioide	Sedierung (v.a. Opioide)
Narkosemittel	lokale Schmerzausschaltung	Benzocain, Propofol, Thiopental	allgemeine Leistungsbeeinträchtigung
Stimulanzien	Erschöpfung, Konzentrationsmangel	Methylphenidat, Modafinil	Überschätzung eigener Leistungsfähigkeit, Unruhe
Antiepileptika	Epilepsie	Carbamazepin, Valproinsäure	Sedierung
Antihistaminika	Allergien	Cetirizin, Loratadin	Sedierung
Antihypertonika	Blutdrucksenkung	Betarezeptorenblocker, Metoprololkombinationen	Sedierung
Antidiabetika	Regulation Blutzuckerspiegel	Insulin, α -Glukosidasehemmer	Über-/Unterdosierung
Opthalmika	Augenerkrankungen	Antiphlogistische Opthalmika, Chlinergika	Sehstörungen

Einige Substanzgruppen wurden nicht in diese Liste aufgenommen, obgleich sie die Fahrsicherheit beeinträchtigen. Es handelt sich dabei um Medikamente, die entweder nur selten vorkommen oder deren Haupt- oder Nebenwirkung bzw. die zugrundeliegende Erkrankung sich bereits so leistungsbeeinträchtigend auswirken, dass die Behandelten von sich aus in der Regel auf das Fahren verzichten. Hierzu gehören beispielsweise Zytostatika (Berghaus et al., 2006).

In der Gruppe der Tranquillanzien und Antidepressiva kann besonders zu Beginn der Therapie von einer deutlichen Leistungsbeeinträchtigung ausgegangen werden. Besonders bei den Sedativa ist die unterschiedliche Wirkdauer von Bedeutung für die Fahrsicherheit. So kann es bei regelmäßiger Einnahme der lang wirksamen Substanzen aus dieser Gruppe zur Kumulation der Residualeffekte kommen. Insbesondere in der Gruppe der Antihistaminika gibt es Substanzen, die weniger sedierend wirken. Andere haben hingegen eine stärkere sedierende Wirkung und beeinträchtigen damit die Fahrsicherheit nachhaltiger.

Neben dem Wirkstoff selbst und dessen Dosierung gibt es eine Reihe von weiteren Faktoren, die das Ausmaß der Leistungsbeeinträchtigung beeinflussen. Dies sind u.a. die Applikationsart, die Adaptation an die Haupt- und Nebenwirkungen, die Zeitspanne zwischen Einnahme und Leistungserbringung sowie Wechselwirkungen mit anderen Medikamenten, die zusätzlich eingenommen werden. Von Bedeutung sind aber auch die individuellen körperlichen Prädispositionen von Patienten sowie deren Einnahmeverhalten (Grellner & Berghaus, 2012). Mit der Dauer der Einnahme gehen die unerwünschten Wirkungen auf fahrsicherheitsrelevante Leistungsbereiche im Allgemeinen zurück. Jedoch kann bereits die Veränderung der Dosis oder der Wechsel eines Wirkstoffs zu einer Leistungsbeeinträchtigung führen.

Die Daten der amtlichen Unfallstatistik liefern keine verwertbaren Informationen darüber, wie häufig Personen unter dem Einfluss bestimmter Medikamente in Unfälle verwickelt sind. Wird ein anderer Substanzinfluss als Alkohol bei einem Unfallbeteiligten festgestellt, so wird dies der Kategorie „Einfluss anderer berauschender Mittel“ zugeordnet. Derselben Kategorie werden aber auch illegale Drogen zugeordnet. Tabelle 9 zeigt die Zahl der Alkoholunfälle und die Zahl der Unfälle mit Personenschaden unter dem Einfluss anderer berauschender Substanzen. Verglichen mit 15 887 Alkoholunfällen liegt die Zahl der Unfälle mit Personenschaden unter dem Einfluss anderer berauschender Substanzen mit 1 389 vergleichsweise niedrig (DVR, 2012).

Tabelle 9: Alkoholunfälle und Unfälle mit Personenschäden unter Einfluss anderer berauschender Substanzen in 2011 (DVR, 2012).

Kategorie	Gesamtzahl	Getötete	Schwerverletzte	Leichtverletzte
Alkoholunfälle	15 887	399	5 514	14 284
andere berauschende Substanzen	1 389	43	548	1 314

Aus dem Europäischen Forschungsprojekt DRUID liegen aktuelle Daten zur Prävalenz von Medikamenten im Straßenverkehr vor (Houwing et al., 2011). Im Rahmen des Projekts wurden in 13 Europäischen Ländern⁵ Roadside-Surveys durchgeführt. Dabei wurden mehr als 50 000 Fahrer zufällig und ohne Anlass im Straßenverkehr angehalten und darauf untersucht, ob sie unter dem Einfluss psychoaktiver Substanzen standen. Deutschland war an den Roadside-Surveys nicht beteiligt.

Im Durchschnitt über alle an den Roadside-Surveys beteiligten Ländern wurden 3.5% der Fahrer positiv auf Alkohol (>0.1‰) getestet, 1,9% positiv auf illegale Drogen (u.a. Cannabis, Kokain, Methamphetamin) und 1.4% positiv auf psychoaktive Medikamente (Benzodiazepine, Z-Substanzen, Opiate). Die durchschnittliche Prävalenz der Benzodiazepine (Diazepam, Nordiazepam, Oxazepam, Lorazepam, Alprazolam, Flunitrazepam und Clonazepam) lag bei 0.9% und bewegte sich, je nach Land, zwischen 0.1% und 2.7%. Verglichen mit Alkohol fiel sie also eher niedrig aus. Die Z-Substanzen haben eine ähnliche Wirkung wie Benzodiazepine, gehören aber zu einer anderen chemischen Gruppe. Sie werden als Schlafmittel verwendet. Z-Substanzen (Zolpidem, Zopiclon) kamen sehr selten vor, in einigen Ländern überhaupt nicht. Die durchschnittliche Prävalenz lag bei 0.12% und bewegte sich in den 13 beteiligten Ländern zwischen 0% und 0.7%.

Die durchschnittliche Prävalenz für Opioide, im Rahmen von DRUID wurde nur auf Morphin, Codein, Methadon und Tramadol getestet, war mit 0.4% ebenfalls sehr niedrig. Zwischen den beteiligten Ländern schwankten die Prävalenzen zwischen 0.03% und 0.8%. Auffällig war, dass Opioide relativ häufig zusammen in Kombination mit Alkohol oder illegalen Drogen nachgewiesen wurden.

Dass in dieser großangelegten Studie keine anderen Medikamente nachgewiesen wurden, bedeutet nicht, dass diese nicht vorkamen. Die gewonnenen Blut- und Speichelproben wurden jedoch nur auf bestimmte Substanzen hin untersucht. Diese waren zuvor von einer Expertengruppe festgelegt worden.

Alleine aufgrund der Prävalenz einer Substanz im Straßenverkehr sind noch keine Aussagen über das mit dieser verbundene Unfallrisiko möglich. Hierzu muss zusätzlich die Prävalenz dieser Substanzen bei verunfallten Fahrern berücksichtigt werden. Tabelle 10 zeigt die Risikoeinschätzung für Alkohol, Drogen und Medikamente aus der Fall-Kontroll-Studie aus DRUID. Hels et al. (2011) ordnen den

⁵ Beteiligte Länder: Dänemark, Finnland, Norwegen, Schweden, Tschechien, Ungarn, Litauen, Polen, Spanien, Italien, Portugal, Belgien und Holland.

untersuchten Medikamenten (Opiate, Benzodiazepine und Z-Substanzen) eine mittlere Erhöhung des Unfallrisikos zu, vergleichbar mit dem Unfallrisiko bei einem Blutalkoholspiegel zwischen 0.5 und 0.8‰. Im Vergleich zum Risiko bei höheren Blutalkoholkonzentrationen oder nach Mischkonsum von Drogen, fällt das Risiko vergleichsweise gering aus. Die Autoren geben aber zu bedenken, dass die ermittelten Risikokennwerte vorsichtig zu interpretieren sind, da diese trotz der enormen Anzahl untersuchter Proben mitunter auf nur wenigen positiv getesteten Fahrern aus dem Straßenverkehr und wenigen positiv getesteten Unfallopfern basieren. Darüber hinaus wurden die Daten über alle an der Fall-Kontroll-Studie beteiligten Länder zusammengefasst, die sich hinsichtlich der Prävalenzen jedoch zum Teil deutlich unterschieden.

Tabelle 10: Zusammenfassende Einschätzung zum Unfallrisiko unter Substanzeinfluss aus der Fall-Kontroll-Studie in DRUID (Hels et al., 2011).

Risikoerhöhung	Relatives Risiko	Substanzen
gering	1-3	Alkohol 0.1‰ - 0.5‰ ⁶ Cannabis
mittel	2-10	Alkohol 0.5‰ - 0.8‰ Kokain Opiate Benzodiazepine und Z-Substanzen
hoch	5-30	Alkohol 0.8‰ - 1.2‰ Amphetamine Kombinationen illegaler Drogen
sehr hoch	20-200	Alkohol > 1.2‰ Alkohol mit illegalen Drogen oder Medikamenten

Eine einheitliche und verlässliche Befundlage zum Unfallrisiko liegt nur für Benzodiazepine vor (Orriols et al., 2009; Smink, Egberts, Lusthof, Uges & de Gier, 2010), da diese relativ häufig vorkommen und bereits Gegenstand vieler Studien waren. Eine aktuelle Meta-Analyse fasst die Ergebnisse aus 66 zwischen 1976 und 2011 publizierten epidemiologischen Studien zum Unfallrisiko zusammen (Elvik, im Druck). Unter den Studien waren neben Fall-Kontroll-Studien auch Befragungsstudien und Verursacheranalysen. Entsprechend wurde nicht in allen der einbezogenen Studien über Laboranalysen bestimmt, ob ein Substanzeinfluss vorlag oder nicht. Dies wurde zum Teil lediglich mittels Befragung erfasst. Für immerhin 11 Substanzen werden Risikokennwerte angegeben (Tabelle 11). Wie der Tabelle zu entnehmen ist, lagen die meisten Befunde für Benzodiazepine und für Cannabis vor. Betrachtet man die für die Medikamente ermittelte Risikoerhöhung fällt auf, dass diese relativ gering ausfiel. Für die nicht näher spezifizierte Gruppe der Analgetika wich sie nicht signifikant von eins ab, selbiges gilt für Penicillin, dem allerdings auch keine psychoaktive Wirkung zugeschrieben wird. Das mit Antihistaminen assoziierte Relative Risiko wurde mit 1.12 angegeben, für Antiasthmatica mit 1.33 und für Antidepressiva mit 1.39. Für Benzodiazepine, wofür auch die meisten Befunde vorlagen, war das Unfallrisiko um das 1.35 bis 2.30-fache erhöht. Für Zopiclon war die Risikoerhöhung bei Betrachtung der Studien mit Toten und Verletzten nicht signifikant erhöht, bei Betrachtung der Unfälle mit Sachschaden basierte der ermittelte Wert auf nur einer Studie. Risikokennwerte, die auf weniger als fünf Einzelwerten beruhen, bewertete der Autor selbst als unsicher.

Bei den Opioiden unterschied Elvik (im Druck) nicht nach Drogen und Medikamenten, so dass hieraus für die vorliegende Arbeit keine eindeutigen Schlüsse gezogen werden können. Eine

⁶ Alkoholkonzentrationen werden von den Autoren in g/L angegeben.

Unterscheidung nach missbräuchlicher Einnahme und nach Einnahme gemäß ärztlicher Verordnung ist in epidemiologischen Studien zumeist ohnehin nicht möglich. Insgesamt wurde für diese sehr heterogene Substanzgruppe eine ungefähre Verdopplung des Unfallrisikos angegeben. Sie war für Amphetamine, die zu den illegalen Drogen gehören, jedoch viel deutlicher erhöht.

Tabelle 11: Metaanalytisch ermitteltes Risiko unter der jeweiligen Substanz zu verunfallen unter Angabe der einbezogenen Anzahl von Einzelwerten und der Unfallart (Elvik, im Druck); signifikante Risikomaße ($p \leq .50$) fett hervorgehoben.

Substanz	Unfallart	Einzelwerte	Relatives Risiko	Vertrauensintervall
Amphetamine	Todesfolge	8	5.61	(2.74 - 11.49)
	Verletzte	2	6.19	(3.46 - 11.06)
	Sachschäden	1	8.67	(3.23 - 23.32)
Analgetika	Verletzte	8	1.06	(0.92 - 1.21)
Antiasthmatica	Verletzte	6	1.33	(1.09 - 1.62)
Antidepressiva	Verletzte	20	1.39	(1.17 - 1.70)
	Sachschäden	5	1.28	(0.90 - 1.80)
Antihistamine	Verletzte	7	1.12	(1.02 - 1.22)
Benzodiazepine	Todesfolge	10	2.30	(1.59 - 3.32)
	Verletzte	51	1.65	(1.49 - 1.82)
	Sachschäden	4	1.35	(1.04 - 1.76)
Cannabis	Todesfolge	10	1.31	(0.91 - 1.88)
	Verletzte	15	1.26	(0.99 -, 1.60)
	Sachschäden	17	1.48	(1.28 - 1.72)
Kokain	Todesfolge	4	2.96	(1.18 - 7.38)
	Verletzte	3	1.66	(0.91 - 3.02)
	Sachschäden	4	1.44	(0.93 - 2.23)
Opiate	Todesfolge	7	2.13	(1.23 - 3.72)
	Verletzte	18	1.94	(1.51 - 2.50)
	Sachschäden	1	4.76	(2.10 - 10.80)
Penicillin	Verletzte	5	1.12	(0.91 - 1.39)
Zopiclon	Todesfolge	1	2.60	(0.89 - 7.56)
	Verletzte	4	1.42	(0.87 - 2.31)
	Sachschäden	1	4.00	(1.31, 12.21)

Es gibt also Hinweise darauf, dass eine Reihe von Medikamenten die Fahrsicherheit beeinträchtigen. Aufgrund der geringen Prävalenzen und der methodischen Qualität einiger Studien müssen die errechneten Unfallrisiken jedoch vorsichtig interpretiert werden. Meist sind nur zusammenfassende Aussagen zu Wirkstoffgruppen möglich und aufgrund der geringen Prävalenzen keine Aussagen zu einzelnen Substanzen. Da zumeist keine Blutproben zur Bestimmung der Wirkstoffkonzentrationen gesammelt wurden, sind konzentrationsbezogene Aussagen meist nicht möglich.

Um eine mögliche Beeinträchtigung der Fahrsicherheit bei der Medikamentenauswahl berücksichtigen zu können, benötigen Ärzte jedoch diese Angaben. Sie können in dieser Form allerdings nur in experimentellen Studien ermittelt werden.

Opioide werden in der Schmerztherapie und in der Substitutionstherapie eingesetzt. Die verschreibungspflichtigen Opiode gelangen aber auch auf den Markt für illegale Drogen. Auch scheinen Versandapotheken Bezugsquellen für einen missbräuchlichen Konsum zu sein (EBDD, 2011). Wozu ein Medikament verordnet wurde und ob es überhaupt entsprechend einer ärztlichen Verordnung eingenommen wurde oder illegal konsumiert wurde, lässt sich in epidemiologischen

Studien zumeist nicht bestimmen. Ergebnisse epidemiologischer Studien können daher nicht ohne weiteres auf die Situation von Schmerzpatienten, die seit langem mit gleichbleibenden Dosen von Opioiden behandelt werden, übertragen werden.

4.6 Müdigkeit

Zwischen 1999 und 2009 wurde in der Amtlichen Unfallstatistik bei nur 0.54% aller Unfälle Übermüdung als Ursache angegeben. Beschränkt man die Betrachtung auf die Unfälle mit Personenschaden auf Bundesautobahnen, liegt der Anteil bei 3,5% (Evers, 2010b). Fachkreise gehen hingegen davon aus dass 15% bis 20% aller Verkehrsunfälle durch Müdigkeit bedingt sind (Akerstedt, 2000). Sie stützen ihre Angaben auf retrospektive Analysen von Unfalldaten oder auf spezielle Erhebungen am Unfallort, die detailliertere Auswertungen erlauben als sie bei der regulären Unfallaufnahme möglich sind (Horne & Reyner, 1995; Langwieder, Sporer & Hell, 1994). Die massive Unterschätzung der Häufigkeit müdigkeitsbedingter Unfälle in der amtlichen Statistik ist zum einen darauf zurückzuführen, dass objektive Kriterien für das Vorliegen von Müdigkeit fehlen. Dies erschwert die Zuordnung dieser Ursache bei der Unfallaufnahme. Darüber hinaus kann davon ausgegangen werden, dass die Angaben der Unfallverursacher aufgrund des Schocks des Unfalls verzerrt sind oder, dass aus versicherungsrechtlichen Gründen bewusst falsche Angaben zur Müdigkeit gemacht werden.

Es gibt allerdings Merkmale, die für Müdigkeitsunfälle charakteristisch sind (Connor, 2009; Connor, Whitlock, Norton & Jackson, 2001):

- Müdigkeitsunfälle ereignen sich überwiegend nach Mitternacht,
- sie gehen häufig mit schwereren Verletzungen einher als andere Unfälle, da sich müdigkeitsbedingte Unfälle oft bei hohen Geschwindigkeiten ereignen und von den Fahrern keine Korrektur Eingriffe vorgenommen werden oder sie diese zu spät einleiten,
- es sind zumeist keine anderen Fahrzeuge beteiligt,
- häufig kommen die Fahrer von der Fahrbahn ab und
- im Fahrzeug befindet sich nur der Fahrer.

Im Kontext verkehrspsychologischer Forschung wird der Begriff Müdigkeit differenziert betrachtet. Hier wird zwischen schlafbezogener und aufgabenbezogener Müdigkeit unterschieden (May & Baldwin, 2009). Die schlafbezogene Müdigkeit hängt direkt mit der Dauer und der Qualität des Nachschlafs zusammen sowie mit dem circadianen Rhythmus. Sie kann nur durch Schlafen reduziert werden. So wirken sich Erkrankungen, die mit Schlafstörungen einhergehen, ungünstig auf die Verkehrssicherheit aus, was Smolensky, Di Milia, Ohayon und Philip (2011) in einer Übersichtsarbeit diskutieren. Im Zusammenhang mit der schlafbezogenen Müdigkeit spielen auch Drogen und Medikamente mit sedierender Wirkung eine Rolle.

Demgegenüber ist die aufgabenbezogene Müdigkeit von Schlaf und von Substanzwirkungen unabhängig. Sie tritt bei längerer Ausführung einer Aufgabe auf und kann sowohl bei monotonen Aufgaben (passive aufgabenbezogene Müdigkeit) als auch bei Aufgaben mit hoher Beanspruchung (aktive aufgabenbezogene Müdigkeit) auftreten.

Müdigkeitsbedingte Beeinträchtigungen der Fahrsicherheit konnten in experimentellen Studien bereits konsistent belegt werden (z.B. Connor, 2009). Durch Schlafdeprivation bedingte Müdigkeit und Alkohol wirken sich in ähnlicher Weise auf fahrrelevante Leistungsparameter aus. So verschlechterte sich die Spurhaltung nach einer Nacht ohne Schlaf im gleichen Ausmaß wie unter Einfluss von 0.8‰ Alkohol (Ramaekers, 2011b). In einer Fahrsimulatorstudie wurden die Auswirkungen von Alkohol (0.7‰) und von Schlafdeprivation auf die Spurhaltung und auf die

Bewertung der Leistung durch die Fahrer untersucht (Fairclough & Graham, 1999). Sowohl durch die Schlafdeprivation als auch durch die Alkoholisierung kam es zu einer sicherheitskritischen Verschlechterung der Spurhaltung. Während die schlafdeprivierten Probanden aber ihre Leistung auch selbst schlechter bewerteten, war dies bei den alkoholisierten Fahrern nicht der Fall. Darüber hinaus war die Spurhaltung unter Alkoholeinwirkung bereits von Beginn der Fahrt an deutlich verschlechtert, während es bei den schlafdeprivierten Probanden erst im Verlauf der Fahrt zur einer Verschlechterung kam.

Besonders gefährlich wird es, wenn Schlafmangel und Alkoholkonsum zusammenkommen. Ebenfalls in einer Simulatorstudie verglichen Horne, Reyner & Barrett (2003) die Auswirkungen von Alkohol und Schlafentzug alleine sowie in Kombination. Neben der wahrgenommenen Müdigkeit wurden Indikatoren der Ermüdung im EEG erhoben sowie die Spurhaltung als Leistungsmaß. Sowohl Alkohol als auch Schlafdeprivation führten in allen drei erhobenen Maßen zu Beeinträchtigungen. Bei Schlafdeprivation mit Alkoholkonsum verschlechterte sich die Spurhaltung jedoch in deutlich stärkerem Ausmaß. Obwohl im EEG die stärkere Ermüdung nachgewiesen werden konnte, wurde sie von den Fahrern selbst nicht bemerkt. Alkohol führt demnach bei bereits vorhandener Müdigkeit zu einer weiteren Leistungsbeeinträchtigung und ist deshalb dann besonders gefährlich (Barrett, Horne & Reyner, 2005; Horne et al., 2003). Besonders dramatisch ist die Leistungsbeeinträchtigung durch Alkohol bei Patienten, die an Schlafapnoe leiden, deren typisches Symptom die Tagesmüdigkeit ist (Vakulin et al., 2009).

Obwohl aus experimentellen Studien vielfältige Belege für müdigkeitsbedingte Beeinträchtigungen vorliegen, gestaltet sich der Nachweis des müdigkeitsbedingten Unfallrisikos schwierig. 2001 wurde ein Review über 19 Studien zum müdigkeitsbedingten Unfallrisiko publiziert (Connor et al., 2001). In den meisten der einbezogenen Studien wurden erkrankungsbedingte Schlafstörungen untersucht. In 13 der 19 Studien fanden sich Hinweise auf ein erhöhtes Unfallrisiko bei Müdigkeit. Aufgrund methodischer Schwächen der einbezogenen Studien konnte allerdings kein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Müdigkeit und dem Risiko zu verunfallen belegt werden. In einer weiteren Studie (Cummings, Koepsell, Moffat & Rivara, 2001) wurde die Risikoerhöhung für Fahrer, die während der Fahrt gegen das Einschlafen ankämpfen mussten, mit 14.2 angegeben (VI: 1.4 – 147).

In einer Befragungsstudie wurde Schlafmangel eindeutig als Risikofaktor zu verunfallen identifiziert (Stutts, Wilkins, Scott Osberg & Vaughn, 2003). Verglichen mit Fahrern, die 8 Stunden geschlafen hatten, hatten Fahrer, die 6 bis 7 Stunden geschlafen hatten ein Relatives Risiko zu verunfallen von 2.6 (VI: 1.6–4.1), bei 5 bis 6 Stunden Schlaf erhöhte sich das Risiko auf 9.8 (VI: 5.5–17.5), bei 4 bis 5 Stunden Schlaf auf 12.2 (VI: 6.2–23.9). Bei noch kürzerer Schlafdauer lag das Relative Risiko zu verunfallen sogar bei 19.9 (VI: 9.9–39.9).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Müdigkeit und die Auswirkungen gestörten oder nicht ausreichenden Schlafs das Unfallrisiko erhöhen (Williamson, Lombardi, Folkard, Courtney & Connor, 2011). Auch wenn der Nachweis des müdigkeitsbedingten Unfallrisikos methodisch schwierig ist, besteht in Fachkreisen Konsens darüber, dass Müdigkeit eine größere Gefährdung für die Verkehrssicherheit darstellt als Alkohol oder illegale Drogen (Akerstedt, 2000). Besonders stark sind die Beeinträchtigungen, wenn Müdigkeit und Alkohol zusammenwirken.

5 Empirische Studien zur Fahrsicherheit bei Langzeitanwendung von Opioiden bei chronischem Schmerz

Wenn auf der Basis empirischer Studien Aussagen über die Fahrsicherheit von Patienten mit chronischen Schmerzen getroffen werden sollen, die über lange Zeiträume mit Opioiden behandelt werden, müssen Aspekte berücksichtigt werden, die für diese Erkrankung und diese Form der medikamentösen Behandlung spezifisch sind (Veldhuijzen, van Wijck & Wille et al., 2006):

- die Fahrsicherheit kann durch die Schmerzen beeinträchtigt sein,
- die Fahrsicherheit kann durch die Nebenwirkungen der Medikation beeinträchtigt sein,
- bei längerer Einnahme der Medikamente können die Nebenwirkungen zurückgehen und damit die Beeinträchtigung der Fahrsicherheit,
- durch eine Schmerzreduktion kann es zu einer Verbesserung der Fahrsicherheit kommen.

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse publizierter Studien zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten unter analgetischer Medikation mit Opioiden dargestellt und einer kritischen Betrachtung unterzogen. Einleitend wird zunächst die Frage behandelt, in wieweit sich nicht oder unzureichend behandelte Schmerzen negativ auf die Fahrsicherheit und auf Leistungsbereiche auswirken, die für das sichere Fahren von Bedeutung sind.

5.1 Schmerzbedingte Beeinträchtigung der Fahrsicherheit

In einigen epidemiologischen Studien wurde gezeigt, dass gesundheitliche Beeinträchtigungen mit einer Erhöhung des Unfallrisikos einhergehen. Dies war insbesondere bei Erkrankungen der Fall, die mit gestörtem Schlaf einhergehen, in deren Folge Tagesmüdigkeit auftritt (Charlton et al., 2010; Vaa, 2003). Die Ergebnisse einer französischen Studie legen die Vermutung nahe, dass Schmerz und die Behandlung von Schmerzen mit einem erhöhten Unfallrisiko assoziiert sind (Lagarde, Chastang, Lafont, Coeuret-Pellicer & Chiron, 2005). Allerdings konnte in dieser Studie nicht zwischen der risikoe erhöhenden Wirkung des Schmerzes selbst und der Schmerzmedikation differenziert werden. Experimentelle Studien geben Hinweise darauf, dass Schmerzen kognitive Ressourcen binden, was zu Leistungsbeeinträchtigungen führt (Eccleston, 1995; Moore, Keogh & Eccleston, 2012). So klagen Schmerzpatienten häufig über Vergesslichkeit und berichten von Schwierigkeiten, Aufgaben zu Ende zu führen sowie von Problemen, die Aufmerksamkeit über längere Zeit aufrechtzuerhalten (McCracken & Iverson, 2001). Es scheint eine Schwelle bei der Schmerzintensität zu geben, ab der sich kognitive Leistungsdefizite manifestieren (Kuhajda, Thorn, Klinger & Rubin, 2002). Bleibt die Schmerzintensität unterhalb dieser Schwelle, zeigen sich keine Beeinträchtigungen.

Chronische Schmerzen gehen häufig mit Müdigkeit einher (Fishbain et al., 2003; Moldofsky, 2001). In Abschnitt 4.6 wurde bereits herausgearbeitet, dass Müdigkeit die Fahrsicherheit wesentlich beeinträchtigt. Vermittelt durch die Müdigkeit kann es somit aufgrund chronischer Schmerzen, die nicht adäquat behandelt werden, zu einem Anstieg des Unfallrisikos kommen.

Wie sich akute Schmerzen auf die Fahrsicherheit auswirken, wurde bislang noch nicht in Fahrversuchen untersucht. Zu den Auswirkungen unbehandelter chronischer Schmerzen liegt bis dato nur eine Studie vor, in der ein Fahrversuch durchgeführt wurde. In dieser Studie kam der Road-tracking Test zum Einsatz (Veldhuijzen, van Wijck & Wille et al., 2006). Es konnte gezeigt werden, dass die SDLP der Fahrer, die unter chronischen Schmerzen litten, der gesunder Fahrer unter dem Einfluss von 0.8% Alkohol entsprach. Dieser Befund legt nahe, dass nicht oder unzureichend behandelte Schmerzen die Fahrsicherheit in erheblichem Ausmaß beeinträchtigen können.

5.2 Fahrsicherheit unter analgetischer Medikation mit Opioiden

Aussagen zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten unter Langzeitbehandlung mit Opioiden können aus unterschiedlichen empirischen Befunden abgeleitet werden. Neben Studien, in denen gezielt die Fahrsicherheit von Schmerzpatienten unter Langzeitbehandlung mit Opioiden in Fahrversuchen oder mit Hilfe von Leistungstest erfasst wurde, können Studien zur einmaligen Gabe von Opioid-Analgetika an Gesunde, aber auch Befunde aus Studien mit Patienten in Substitutionsbehandlung Hinweise geben. Eine weitere Informationsquelle sind epidemiologische Erhebungen. Ausgehend von den bis dato publizierten Übersichtsarbeiten, wird im Folgenden der aktuelle Forschungsstand dargestellt.

5.2.1 Übersichtsarbeiten

Die bislang publizierten Studien zur Fahrsicherheit bei chronischem Schmerz unter medikamentöser Therapie mit Opioiden wurden bislang in drei Übersichtsarbeiten zusammengestellt. In ihrer 2003 erschienenen Arbeit kamen Fishbain, Rosomoff, Rosomoff & Cutler zu dem Schluss, dass von Opioiden keine Beeinträchtigung der zum Fahren relevanten Leistungsbereiche ausgeht, wenn Patienten an die Opioide gewöhnt sind. Diese Feststellung leiteten die Autoren aus 48 bis zum Jahr 2001 publizierten Einzelstudien ab. Diese hatten Sie den folgenden fünf Untersuchungsbereichen zugeteilt:

- Einfluss auf die psychomotorische Leistung,
- Einfluss auf die kognitive Leistung,
- Auswirkungen der akuten Verabreichung,
- Unfälle und Verstöße gegen Verkehrsregeln und
- Fahrversuche.

Neben Schmerzpatienten wurden in den einbezogenen Studien jedoch überwiegend Patienten in Substitutionstherapie untersucht, was die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Schmerztherapie einschränkt. Weiterhin blieb offen, welche Kriterien letztlich für die erfolgte Gewöhnung an die Opioide angelegt wurden.

2010 erschien eine weitere Übersichtsarbeit (Kendall, Sjøgren, de Pimenta, Højsted & Kurita, 2010). In diese wurden jedoch ausschließlich Studien an Schmerzpatienten einbezogen. Darüber hinaus wurden die Patienten in den einbezogenen Studien mindestens einen Monat lang mit Opioiden behandelt. Neben der Gedächtnisleistung wurden Aufmerksamkeit, Vigilanzleistung und die Geschwindigkeit psychomotorischer Prozesse untersucht. Aus den zusammengefassten Studienergebnissen leiteten die Autoren ab, dass es derzeit nicht möglich ist, eine eindeutige Aussage dazu zu machen, ob die Langzeitanwendung von Opioiden zu einer Verbesserung oder einer Verschlechterung kognitiver Leistungsbereiche führt. Entsprechend wurden verstärkte Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet gefordert.

Eine erst kürzlich publizierte Übersichtsarbeit (Mailis-Gagnon et al., 2012) bezog ebenfalls ausschließlich Studien an Patienten mit chronischen Schmerzen, die dauerhaft mit Opioiden behandelt wurden, ein. In dieser Arbeit wurden darüber hinaus ausschließlich experimentelle Studien berücksichtigt, in denen Tests zur Erfassung der kognitiven und motorischen Leistung oder Fahrversuche durchgeführt wurden. Nach Angabe der Autoren bestanden in den 35 einbezogenen Studien erhebliche Unterschiede in der Dosierung der Opioide. Die Autoren bemängelten weiterhin, dass nicht immer eindeutig feststellbar war, ob die Patienten wirklich langfristig mit gleichbleibenden Dosen der Opioide behandelt wurden. Zudem wurden mögliche konfundierende Faktoren (Schmerzintensität, Begleitmedikation, Tagesmüdigkeit, Begleiterkrankungen wie

Angststörungen oder Depressivität) in den Studien oft nicht ausreichend kontrolliert. Mailis-Gagnon et al. (2012) kamen daher zusammenfassend zu dem Schluss, dass die sonst übliche Aussage, dass Schmerzpatienten, die langfristig mit gleichbleibenden Dosen von Opioiden behandelt werden, sicher fahren können, nicht generell zutrifft. Sicher fahren können, so die Ansicht der Autoren, nur Patienten, die

- keine psychoaktive Begleitmedikation einnehmen,
- weder Alkohol noch Drogen konsumieren,
- keine starken Restschmerzen haben,
- nicht unter Schlafstörungen oder Tagesmüdigkeit leiden und
- keine Angststörung oder Depressionen haben.

5.2.2 Studien zur Einmalgabe von Opioid-Analgetika an Gesunde

Erst kürzlich erschien eine Übersichtsarbeit, in der zusammengestellt wurde, wie sich Opioide bei einmaliger Gabe auf die zum Fahren relevanten psychomotorischen und kognitiven Leistungsbereiche gesunder Probanden auswirken (Benkert, Gründer & Holsboer, 2012). Hier wurde jedoch bemängelt, dass in den verfügbaren Studien eine Vielzahl unterschiedlicher Verfahren zur Leistungsmessung eingesetzt wurde. Die Blutkonzentrationen der untersuchten Substanzen wurden zumeist nicht bestimmt. Außerdem wurde der von Experten angeratene Vergleich der Substanzwirkung zum Alkohol nur sehr vereinzelt durchgeführt. Insgesamt fanden sich relevante Leistungsbeeinträchtigungen nach einmaliger Applikation jedoch für alle in der Schmerztherapie häufig eingesetzten Opioide (Buprenorphin, Codein, Fentanyl, Hydromorphon und Oxycodon).

Um Aussagen über die Fahrsicherheit von Schmerzpatienten unter Langzeitanwendung dieser Medikamente zu treffen, sind die Studienergebnisse zur einmaligen Gabe an gesunde Probanden jedoch nur von bedingtem Nutzen. Schmerzpatienten erhalten die Medikamente, um die schmerzbedingten Beeinträchtigungen zu reduzieren. Bei den gesunden Probanden liegen solche Beeinträchtigungen nicht vor. Darüber hinaus nehmen Schmerzpatienten die Medikamente regelmäßig und langfristig ein sowie zumeist in retardierter Form. Die leistungsbeeinträchtigenden Nebenwirkungen gehen mit der Zeit zurück (Tassain et al., 2003). So zeigten Personen, die Opioide regelmäßig einnahmen, weniger Leistungsbeeinträchtigungen als Personen, die diese einmalig eingenommen hatten (Zacny, 1995). Im Verlauf einer Behandlung zeigten sich darüber hinaus Leistungsverbesserungen (Jamison et al., 2003). In einer Studie waren sieben Tage nach einer Dosiserhöhung keine generellen Beeinträchtigungen der kognitiven Leistung mehr nachweisbar (Gaertner et al., 2008). Es gibt ferner Hinweise darauf, dass von den Schmerzen eine stärkere Leistungsbeeinträchtigung ausgeht, als von den Nebenwirkungen der Opioide (Sjogren, Olsen, Thomsen & Dalberg, 2000). Berücksichtigt man, dass die Beeinträchtigungen fahrsicherheitsrelevanter Leistungsbereiche mit der Gewöhnung an die Medikation zurückgehen, wird das Ausmaß der Beeinträchtigung folglich überschätzt, wenn Ergebnisse aus Studien mit einmaliger Applikation der Opioide an Gesunde, auf die Situation von Schmerzpatienten unter Langzeitbehandlung übertragen werden.

5.2.3 Studien aus der Substitutionsbehandlung

In der Substitutionsbehandlung von Drogenabhängigen findet eine Langzeitanwendung von Opioiden statt. Wie Schmerzpatienten, sind diese Patienten deshalb an die Wirkungen und Nebenwirkungen gewöhnt. Damit liegt die Vermutung nahe, dass Befunde zur Fahrsicherheit aus der Substitutionsbehandlung auf die Situation von Schmerzpatienten übertragbar sind.

Es konnte gezeigt werden, dass die Substitutionsbehandlungen mit Buprenorphin und mit Methadon mit einem erhöhten Unfallrisiko assoziiert sind. Ebenso konnten Beeinträchtigungen kognitiver und psychomotorischer Funktionen nachgewiesen werden (Strand, Fjeld, Arnestad & Mørland, 2013). Allerdings wird Methadon in der Schmerztherapie nicht eingesetzt. Außerdem besteht ein grundlegender Unterschied zur Schmerztherapie darin, dass hier der Beikonsum nicht verordneter Medikamente und illegaler Drogen kaum, in der Substitutionsbehandlung jedoch sehr häufig vorkommt. Dieser Beikonsum wirkt sich leistungsverändernd aus (Kubitzki, 1997). Deshalb wird auch ganz generell in Frage gestellt, ob für Patienten in Substitutionsbehandlung das Führen eines PKW überhaupt erlaubt sein sollte (Shmygalev et al., 2011).

5.2.4 Epidemiologische Studien

Auch epidemiologische Studien liefern Befunde zu Fahrsicherheit unter dem Einfluss von Opioiden. Für wirklich verlässliche Aussagen sind hier die Fallzahlen derer, die positiv auf Opioide getestet werden, in der Regel jedoch zu gering. Ferner fehlen Informationen darüber, ob die Opioide gemäß einer ärztlichen Verordnung oder missbräuchlich eingenommen wurden. Auch fehlen Angaben darüber, ob es sich um retardierte oder um nicht-retardierte Opioide handelte. Aufgrund der geringen Fallzahlen müssen zumeist alle in einer Studie nachgewiesenen Opioide einer Sammelkategorie zugeordnet werden. Dabei wird manchmal zwischen illegalen Opioiden und Medikamenten unterschieden (z.B. Bernhoft, Hels, Lyckegaard, Houwing & Verstraete, 2012). Aufgrund der zu erwartenden geringen Prävalenzen können die gesammelten Blut- oder Speichelproben zumeist überhaupt nicht nach allen Einzelsubstanzen dieser Substanzklasse analysiert werden (Bernhoft et al., 2012). Spezifische Aussagen über die einzelnen in der Schmerztherapie verwendeten Opioide sind daher kaum möglich. Auch können meist keine konzentrationsbezogenen Angaben zur Risikoerhöhung gemacht werden, da dafür Blutproben statt der zumeist verwendeten Speichelproben erforderlich wären.

Eine 2002 publizierte Übersichtsarbeit findet in den bis dahin verfügbaren epidemiologischen Studien keine Belege dafür, dass Opioide mit einem erhöhten Unfallrisiko assoziiert sind (Fishbain, Cutler, Rosomoff & Rosomoff, 2002). Die Befunde in späteren Arbeiten sind uneinheitlich. Während eine Verursacheranalyse keine Hinweise auf eine Risikoerhöhung fand (Gadegbeku, Amoros & Laumon, 2011), zeigte eine Fall-Kontroll-Studie eine Risikozunahme auf, die jedoch nicht signifikant wurde (Movig et al., 2004). Bernhoft et al. (2012) berichteten dagegen von einem deutlich erhöhten Unfallrisiko unter dem Einfluss medizinischer Opioide. Dieser Substanzgruppe rechneten die Autoren jedoch u.a. auch Methadon zu, das in der Substitutionstherapie eingesetzt wird, jedoch nicht in der Schmerztherapie. Bereits im vorausgehenden Abschnitt wurde herausgearbeitet, dass sich die Patienten in Substitutionstherapie, insbesondere im Hinblick auf den Beigebrauch anderer psychoaktiver Substanzen, deutlich von Schmerzpatienten unterscheiden.

In einer weiteren Studie wurden die registrierten Verkehrsverstöße verunfallter Fahrer ausgewertet (Dubois, Bédard & Weaver, 2010). Verunfallte Fahrer, bei denen zum Zeitpunkt des Unfalls ein Opioid nachgewiesen wurde, waren mit höherer Wahrscheinlichkeit auch bereits vor diesem Unfall durch Verkehrsverstöße auffällig geworden. Allerdings fehlen auch in dieser Studie Angaben über die Art der Opioide sowie darüber, ob diese langfristig zur Behandlung von Schmerzen verordnet oder illegal konsumiert wurden. Überdies sind keine Angaben dazu vorhanden, ob die Fahrer an die Wirkung gewöhnt waren oder nicht.

Monárrez-Espino, Möller, Berg, Kalani & Laflamme (2013) schlussfolgerten aus den verfügbaren Studien, dass die Befundlage zum Unfallrisiko unter dem Einfluss von Opioiden nicht eindeutig ist. Sie führen dies auf die geringe Anzahl der hierzu publizierten Arbeiten zurück sowie auf methodische Schwächen dieser Arbeiten. So blieben konfundierende Faktoren oft unberücksichtigt. Zu diesen

zählen die erkrankungsbedingten Beeinträchtigungen sowie der Beigebrauch von Alkohol und von anderen psychoaktiven Medikamenten.

5.2.5 Studien zur Untersuchung des Einflusses auf fahrsicherheitsrelevante Leistungsbereiche

Es gibt zu wenige experimentelle Studien, die den Einfluss verordneter Medikamente auf die Fahrsicherheit untersuchen (Leung, 2011). Ein häufig beklagtes Problem der vorhandenen Studien ist, dass in diesen eine Vielzahl unterschiedlicher Verfahren eingesetzt werden, um die fahrsicherheitsrelevante Leistung zu erfassen. Dieses Problem, das gleichermaßen auch bei den Studien besteht, die sich mit Drogen beschäftigen, erschwert studienübergreifende Vergleiche (ICADTS, 1999). In immerhin sechs der 35 im Review von Mailis-Gagnon et al. (2012) zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten berücksichtigten Studien kamen Tests der verkehrspsychologischen Testbatterie des Wiener Testsystems zum Einsatz (Dagtekin et al., 2007; Gaertner et al., 2008; Gaertner et al., 2006; Grellner, Rettig-Stürmer, Kuhn-Becker & Wilske, 2002; Sabatowski et al., 2003; Strumpf, Willweber-Strumpf, Herberg & Zenz, 2005). In einer weiteren wurde der ART90 eingesetzt (Vainio et al., 1995), ein sehr vergleichbares Verfahren (vgl. Kapitel 3.1.3). Weitere Verfahren, die in den einbezogenen Studien verwendet wurden, waren CRT (Continuous Reaction Time), ein Test zur Erfassung der Daueraufmerksamkeit, sowie PASAT (Paced Auditory Serial Addition Task) und DSST (Digit Symbol Substitution Test) zur Erfassung der Informationsverarbeitungskapazität bzw. der Leistung des Arbeitsgedächtnisses.

In Deutschland wird das Wiener Testsystem im Rahmen der amtlichen Begutachtung der Fahreignung eingesetzt (siehe dazu Kapitel 3.1.3). Die Studien, in denen dieses Verfahren zum Einsatz kam, haben daher für die Situation in Deutschland eine besondere Relevanz, da mit diesem die vom Gesetzgeber für das sichere Fahren als relevant erachteten Leistungsbereiche erfasst werden können.

Das Wiener Testsystem wurde auch von einer Kölner Arbeitsgruppe nach einer einheitlichen Methodik zur Untersuchung von Schmerzpatienten, die mit transdermalem Fentanyl (Sabatowski et al., 2003), transdermalem Buprenorphin (Dagtekin et al., 2007) und mit retardiertem Oxycodon (Gaertner et al., 2006) behandelt wurden, eingesetzt. In diesen drei Studien wurden fünf Tests zur Leistungsmessung herangezogen (DT, COG, TAVT, 2-Hand und Vigilanztest; für eine Beschreibung siehe Kapitel 7.3.3). Als primärer Endpunkt wurde der Summenscore aus den z-transformierten Rohwerten von DT, COG und TAVT definiert. Zusätzlich wurde für jeden der Einzeltests der Anteil der Probanden betrachtet, deren Leistung größer oder gleich dem Prozentrang 16 war (siehe hierzu Kapitel 7.3.4), dem in der FeV vorgeschriebenen Kriterium zum Bestehen der Tests. Alle drei Studien waren so angelegt, dass geprüft werden konnte, ob die Leistung der Patienten unter Medikation schlechter war als die Gesunder unter Einfluss von 0.5‰ Alkohol (sog. Non-Inferiority Trials; z.B. Schiltenswolf & Henningsen, 2006 oder Kaussner & Krüger, 2012). Dabei wurden die Leistungsdaten der Patienten mit historischen Daten von Gesunden verglichen, die nach Alter und Geschlecht gematcht waren. Für die Effektstärkenschätzung wurden Daten einer anderen Studie herangezogen, in der gesunde Probanden unter dem Einfluss von Alkohol einen Test dieser Testbatterie absolviert hatten. Basierend auf dieser Effektstärkenschätzung wurden dann „virtuelle Daten“ der gesunden Probanden unter dem Einfluss von 0.5‰ Alkohol berechnet und für den Vergleich verwendet.

Patienten, die mindestens vier Wochen mit transdermalem Fentanyl behandelt wurden, schnitten nicht schlechter ab als die Vergleichsgruppe (Sabatowski et al., 2003). Allerdings wiesen die Autoren auf den ungünstigen Einfluss der Begleitmedikation hin, der zu einer Leistungsver schlechterung führen kann. Auch für transdermales Buprenorphin wurde keine Leistungsbeeinträchtigung nachgewiesen (Dagtekin et al., 2007). Bei der Langzeitanwendung von retardiertem Oxycodon hingegen wurden Leistungsbeeinträchtigungen offensichtlich (Gaertner et al., 2006). Als

Erklärungsversuch für diesen abweichenden Befund wurden u.a. die unterschiedlichen Verläufe der Blutkonzentration der Wirkstoffe bei transdermaler und bei oraler Applikation der retardierten Form angeführt (Dagtekin et al., 2007). Hierfür sprechen auch die Ergebnisse einer weiteren Studie, in der ebenfalls Patienten unter Behandlung mit transdermalem Fentanyl untersucht wurden. In dieser Studie wurden ebenfalls keine Beeinträchtigungen nachgewiesen (Menefee et al., 2004). Vainio et al. (1995) konnte bei Krebspatienten, die in oraler Applikation mit stabilen Dosen Morphin behandelt wurden ebenfalls keine Beeinträchtigungen nachweisen. Hier nutzten die Autoren den ART90 zur Leistungsmessung, ein dem Wiener Testsystem sehr ähnliches Verfahren. Abweichend von den zuvor berichteten Studien dienten hierbei jedoch nicht Gesunde als Vergleichsgruppe sondern andere Krebspatienten, die ohne Medikation schmerzfrei waren. In allen drei von der Kölner Arbeitsgruppe publizierten Arbeiten war kein statistisch bedeutsamer Unterschied im Anteil bestandener Tests zwischen Patienten- und Kontrollgruppe feststellbar.

Im Vergleich zur Leistung gesunder Probanden konnten Grellner et al. (2002) bei Schmerzpatienten, die mit schwachen oder mit starken Opioiden behandelt wurden, Leistungsdefizite nachweisen. Auch sie setzen das Wiener Testsystem ein. Die Leistungsbeeinträchtigung war bei der Behandlung mit starken Opioiden stärker ausgeprägt als bei der Behandlung mit schwachen Opioiden. Dies schlussfolgerten die Autoren allerdings aus einer sehr kleinen Stichprobe von nur 20 Patienten, die sich je etwa zur Hälfte auf beide Opioidklassen aufteilte.

Immerhin 80 Patienten untersuchten Strumpf et al. (2005). Wie auch in der zuvor dargestellten Studie wurden die Patienten mit starken oder mit schwachen Opioiden behandelt. Mit Hilfe entsprechender Tests wurden die fünf Leistungsbereiche „Konzentration“, „Motorische Koordination“, „Reaktion unter Stress“, „Vigilanz“ und „Wahrnehmungspräzision“ untersucht. Welche Tests hierfür genau eingesetzt wurden, wird nicht berichtet. Verglichen mit historischen Daten gesunder Probanden zeigten die Patienten nur Beeinträchtigungen der Konzentrationsfähigkeit. Die Autoren wiesen jedoch auf große interindividuelle Leistungsunterschiede hin. Darüber hinaus schnitten Patienten mit zunehmendem Alter schlechter ab. Patienten, die noch regelmäßig selbst fuhren, erzielten eine bessere Leistung. Wie auch in den Studien der Kölner Arbeitsgruppe zeigten sich Beeinträchtigungen aufgrund der psychoaktiven Begleitmedikation. Vergleichende Angaben zwischen beiden Opioid-Klassen finden sich in der Arbeit nicht.

Die Befunde aus den hier berichteten Studien zur Langzeitanwendung von Opioiden sind also insgesamt uneinheitlich. Werden zusätzlich zu retardierten Opioiden nicht-retardierte Opioide eingenommen, was in der Schmerztherapie zur Behandlung von Durchbruchschmerzen, zumindest bei Tumorschmerzen, üblich ist, führt dies zu Leistungsbeeinträchtigungen (Kamboj, Tookman, Jones & Curran, 2005). Leistungsbeeinträchtigungen nach einer Umstellung der Medikation gehen mit der Zeit zurück. So war sieben Tage nach der Erhöhung der Opioid-Tagesdosis bzw. nach der Umstellung von einem Opioid der Klasse 2 auf ein Opioid der Klasse 3 kein Unterschied zur Leistung vor der Umstellung mehr nachweisbar. Dies zeigten Gaertner et al. (2008) mit Hilfe von vier Tests des Wiener Testsystems (COG, TAVT, DT, 2Hand). Zumindest für die orale Applikation von Morphin konnte gezeigt werden, dass die langfristige Einnahme - im Experiment wurde nach einem Zeitraum von 3, 6 und 12 Monaten untersucht - nicht zu kognitiven Beeinträchtigungen führt.

5.2.6 Fahrversuche in Fahrsimulatoren und im Realverkehr

Bisher wurden nur wenige Studien publiziert, in denen das Fahren an sich untersucht wurde. Lediglich vier der 35 Studien, die in die 2012 erschienene Übersichtsarbeit (Mailis-Gagnon et al., 2012) einbezogen wurden, waren Fahrversuche. Eine dieser Studien wurde im Straßenverkehr durchgeführt (Byas-Smith, Chapman, Reed & Cotsonis, 2005) und drei in Fahrsimulatoren (Galski, Williams & Ehle, 2000; Menefee et al., 2004; Strumpf et al., 1997). Auf diese und zwei weitere

Studien (Nilsen et al., 2011; Verster, Veldhuijzen & Volkerts, 2006) soll im Weiteren näher eingegangen werden.

Die Simulatorstudie von Galski et al. (2000) bestand aus der Darbietung kritischer Verkehrssituationen, auf die die Probanden adäquat durch Lenken, Bremsen oder Beschleunigen reagieren mussten. Die Reaktionen der Fahrer wurden erfasst und zusätzlich von Beobachtern kodiert. Die Kontrollgruppe rekrutierte sich aus Patienten mit zerebralen Schädigungen. Diese wiesen keine gravierenden kognitiven Störungen auf und absolvierten im Anschluss an die Simulatorfahrten alle erfolgreich eine Fahrprobe im Realverkehr. In dieser Studie unterschied sich die Leistung der Patienten nicht von der dieser Vergleichsgruppe.

In einer 2011 publizierten Studie (Nilsen et al., 2011) kam ein Video-Fahrsimulator zum Einsatz. Dort wurde die Leistung von unbehandelten Schmerzpatienten, von gesunden Fahrern und von Schmerzpatienten unter Langzeitanwendung von Codein verglichen. Es zeigte sich, dass Schmerz an sich bereits zu Leistungsbeeinträchtigungen führt. Die Langzeitbehandlung mit Codein bedingte hingegen keine weitere Leistungsbeeinträchtigung.

In einer weiteren Fahrsimulatorstudie wurde die Fahrleistung von Schmerzpatienten vor und nach der Einstellung auf transdermales Fentanyl untersucht (Menefee et al., 2004). Die Fahraufgaben bestanden unter anderem im Befolgen von Navigationshinweisen und im Reagieren auf plötzliche sowie auf kritische Ereignisse. Die Umstellung der Medikation führte, nachdem eine Eingewöhnungsphase absolviert war, zu keinen Leistungsbeeinträchtigungen.

Einen sehr einfachen Fahrsimulator benutzten Strumpf et al. (1997). Die Aufgabe der auf eine stabile Dosierung eines schwachen oder eines starken Opioids eingestellten Schmerzpatienten bestand darin, auf ein visuelles Signal hin möglichst schnell zu bremsen. Darüber hinaus mussten Zielbremsungen durchgeführt werden. Die Leistung der Patientengruppe wurde mit der verschiedener Kontrollgruppen verglichen (Patienten, denen zur Vorbereitung auf einen Eingriff ein Benzodiazepin verabreicht wurde, Gesunde mit min. 0.8‰ BAK, Gesunde nach Schlafentzug, Gesunde). In Bezug auf die gemessene Leistung waren die Schmerzpatienten den Kontrollen nicht generell unterlegen. Zwischen den Schmerzpatienten bestanden jedoch auffallend große Leistungsunterschiede.

Byas-Smith et al. (2005) untersuchten das Fahrverhalten von Patienten unter Langzeitanwendung von Opioiden mit einer Fahrprobe im Straßenverkehr. Hier mussten die Fahrer eine vorgegebene Strecke in ihrem eigenen Fahrzeug zurücklegen und zusätzlich spezielle Fahraufgaben absolvieren (u.a. seitlich einparken, rückwärtsfahren). Im Vergleich zur Kontrollgruppe, bestehend aus gesunden Fahrern, zeigten sich bei den Patienten keine Leistungsdefizite.

Der Road-tracking Test wurde bisher erst in einer Studie verwendet (Verster et al., 2006). Diese Arbeit unterscheidet sich jedoch dahingehend von den zuvor berichteten, dass hier nicht Schmerzpatienten, sondern gesunde Fahrer untersucht wurden. Diese erhielten eine Stunde vor Beginn des Fahrversuchs entweder Bromfenac (25mg vs. 50mg), ein schmerzstillender Wirkstoff aus der Gruppe der nicht-steroidalen Entzündungshemmer oder ein Kombinationspräparat aus Oxycodon und Paracetamol (5/325mg vs. 10/650mg). Unter keiner der Dosierungen beider Präparate zeigten sich im Fahrversuch Beeinträchtigungen in der Spurhaltung, dem Leistungsmaß für die Fahrsicherheit. Die Probanden gaben jedoch an, dass nach der Einnahme des Kombinationspräparates mehr Anstrengung nötig war, um den Fahrversuch zu absolvieren (Verster et al., 2006). Bei der Interpretation der Ergebnisse dieser Studie muss jedoch einschränkend berücksichtigt werden, dass das Oxycodon hier sehr niedrig dosiert war und, dass es sich um gesunde Probanden handelte, die nicht an dieses Medikament gewöhnt waren.

5.3 Fazit

Schmerzen können sich nachteilig auf die kognitiven Leistungsbereiche auswirken, die für das sichere Fahren relevant sind. Hier scheint es eine kritische Schwelle für die Schmerzintensität zu geben. In einem Fahrversuch (Veldhuijzen, van Wijck & Wille et al., 2006) wurde gezeigt, dass bestehende chronische Schmerzen die Fahrsicherheit beeinträchtigen. Dies unterstreicht die Relevanz einer angemessenen Behandlung der Schmerzen auch in Bezug auf die Fahrsicherheit.

Die Befunde aus den Übersichtsarbeiten zur Fahrsicherheit von Patienten mit chronischen Schmerzen, die mit Opioiden behandelt werden, sind uneinheitlich. Entsprechend der neuesten Übersichtsarbeit (Mailis-Gagnon et al., 2012) kann über die Langzeitbehandlung mit Opioiden gesagt werden, dass die Fahrsicherheit nur dann gegeben ist, wenn eine Reihe von Bedingungen erfüllt sind:

- keine psychoaktive Begleitmedikation,
- kein Konsum von Alkohol oder anderen Drogen,
- nur geringe verbleibende Schmerzintensität unter der Medikation,
- keine Schlafstörungen oder Tagesmüdigkeit sowie
- keine zusätzlichen psychischen Störungen wie Angst oder Depression.

Tatsächlich erhalten Patienten mit chronischen Schmerzen aber zumeist eine Begleitmedikation (Müller-Schwefe, 2012), oft auch mit psychoaktiven Medikamenten. Diese können ihrerseits die Fahrsicherheit beeinträchtigen. Damit erfüllt ein Großteil der Schmerzpatienten die geforderten Bedingungen nicht.

Betrachtet man die publizierten Einzelstudien zur Fahrsicherheit bei chronischem Schmerz unter analgetischer Medikation fällt zunächst auf, dass unterschiedliche Verfahren eingesetzt wurden, um die fahrsicherheitsrelevanten Leistungsbereiche zu erfassen. Das in Deutschland im Rahmen der amtlichen Begutachtung der Fahreignung eingesetzte Wiener Testsystem zählt dabei zu den häufiger eingesetzten Verfahren.

Bislang wurden nur sehr wenige Fahrversuche mit Schmerzpatienten durchgeführt. Die, die bislang durchgeführt wurden, repräsentieren die Anforderungen, mit denen Fahrer im Straßenverkehr üblicherweise konfrontiert werden, jedoch nur unvollständig. Keine der bislang publizierten Studien erfüllte die für solche Studien festgelegten Vorgaben (ICADTS, 1999) vollständig. Der dort geforderte Road-tracking Test wurde bisher in keiner dieser Studien eingesetzt.

In einigen Studien wurden Tests der verkehrspsychologischen Testbatterie des Wiener Testsystems eingesetzt. Diese Studien unterscheiden sich jedoch hinsichtlich ihres methodischen Aufbaus und sind deshalb nur eingeschränkt vergleichbar. Die dabei gewonnenen Befunde zu den verschiedenen Opioiden sind uneinheitlich. Deshalb ist auch keine zusammenfassende Aussage zur Fahrsicherheit möglich, die auf die gesamte Substanzgruppe in diesem Indikationsbereich gleichermaßen zutrifft.

In fast allen Studien berichteten die Autoren von großen interindividuellen Leistungsunterschieden zwischen den Patienten. Aus dieser wurde stets die Notwendigkeit der Einzelfallentscheidung über die Fahrsicherheit abgeleitet. Einigkeit bestand darin, dass die Begleitmedikation mit psychoaktiven Substanzen zu einer Leistungsbeeinträchtigung führen kann. Sie ist jedoch, wie eingangs erwähnt, in diesem Indikationsbereich eher die Regel als eine Ausnahme.

6 Herleitung der Fragestellungen und Übersicht der durchgeführten Studien

Chronische Schmerzen sind weit verbreitet. Etwa 20% der erwachsenen Europäer leiden darunter (Breivik et al., 2006). Die Prävalenz chronischer Schmerzen nimmt mit dem Alter zu (Nickel & Raspe, 2001) und somit ist aufgrund der demographischen Entwicklung ein Anstieg der Betroffenenzahlen zu erwarten.

Schon seit langem werden starke Opioide zur Behandlung akuter Schmerzen sowie in der Behandlung tumorbedingter chronischer Schmerzen eingesetzt (Freye, 2010; McQuay, 1999; Schug et al., 1990; Zech et al., 1995). Immer häufiger werden sie jedoch auch bei nicht-tumorbedingten chronischen Schmerzen verordnet (Chou et al., 2009; Schmidt et al., 2010; Schubert et al., 2013). Entsprechend ist ein deutlicher Anstieg der Verordnungen zu verzeichnen (Schubert et al., 2013; Spiegel online, 2012). 2010 war Fentanyl mit 60.4 Mio. Tagesdosen das am häufigsten verordnete starke Opioid, gefolgt von Oxycodon mit 28.6 Mio. Tagesdosen, Morphin mit 18.8 Mio. Tagesdosen, Hydromorphon mit 16.6 Mio. Tagesdosen und Buprenorphin mit 12.4 Mio. Tagesdosen (Böger & Schmidt, 2011). Für die Langzeitanwendung von Opioiden bei nicht-tumorbedingten Schmerzen (LONTS) wurden von der Deutschen Schmerzgesellschaft (vormals Deutsche Gesellschaft zum Studium des Schmerzes (DGSS)) Leitlinien herausgegeben (Deutsche Schmerzgesellschaft, 2009; Schmidt et al., 2010). Diese enthalten Empfehlungen für die Therapie, die auf Ergebnissen vorhandener klinischer Studien basieren.

Starke Opioide fallen unter das Betäubungsmittelgesetz. Sie haben Nebenwirkungen, von denen einige die Fahrsicherheit beeinträchtigen können. Zu diesen gehören Schwindel, Vigilanzminderung, Konzentrationsstörungen und Sedierung (Kalso et al., 2004; Moore & McQuay, 2005; Müller-Schwefe, 2012; Mutschler et al., 2001).

In Deutschland ist es nicht verboten, unter dem Einfluss psychoaktiver Medikamente Auto zu fahren, zu denen auch starke Opioide gehören. Dies gilt jedoch nur, solange die Einnahme gemäß einer ärztlichen Verordnung erfolgt. Allerdings schreibt die Fahrerlaubnisverordnung (FeV §2) für jeden Fahrer, und somit auch für diejenigen, die ihre Medikamente verordnungskonform einnehmen, eine Pflicht zur Selbstüberprüfung vor Antritt jeder Fahrt vor. Bestehen Zweifel daran, ob sicher gefahren werden kann, darf die Fahrt nicht angetreten werden. Werden Fahrfehler begangen oder stellen Polizeibeamte eine unsichere Fahrweise fest, dann gelten auch bei verordnungskonformer Einnahme von Medikamenten die Regelungen des Strafgesetzbuches (§315c StGB; §316 StGB). Auf dieser Grundlage können Verstöße mit Führerscheinentzug, Geldstrafen oder Freiheitsstrafen geahndet werden (Berghaus et al., 2006).

Verlässliche Aussagen darüber, ob unter einer Langzeittherapie mit starken Opioiden sicher am Straßenverkehr teilgenommen werden kann, sind daher sowohl für die behandelnden Ärzte als auch für die Patienten selbst von großer Wichtigkeit. Die weite Verbreitung von chronischen Schmerzen und die ansteigenden Verordnungszahlen starker Opioide unterstreichen die Notwendigkeit, die noch bestehenden Wissenslücken durch neue Forschungsergebnisse zu schließen.

Ob die Fahrsicherheit unter Langzeitanwendung von starken Opioiden eingeschränkt ist, ist seit langem Gegenstand wissenschaftlicher Diskussionen (Sabatowski, 2008b). Die amtliche Unfallstatistik liefert hierzu keine verwertbaren Informationen. In epidemiologischen Studien wurde bereits für zahlreiche Erkrankungen eine Erhöhung des Unfallrisikos nachgewiesen (Charlton et al., 2010; Vaa, 2003). Auch belegen epidemiologische Studien, dass die Einnahme einer Reihe psychoaktiver Medikamente und Drogen mit einer Erhöhung des Unfallrisikos einhergeht (Elvik, im Druck; Hels et al., 2011). Wirklich belastbare Aussagen können aus diesen Studien nur für sehr verbreitete psychoaktive Substanzen wie THC und Benzodiazepine abgeleitet werden. Diese

kommen im Straßenverkehr viel häufiger vor als Opioide (Houwing et al., 2011). In epidemiologischen Studien ist zumeist nur wenig über die Dauer der Einnahme, die Indikation und darüber, ob die Einnahme überhaupt gemäß einer ärztlichen Verordnung erfolgt ist, bekannt. Da in aller Regel in diesen Studien keine Blutproben untersucht werden, können keine dosisbezogenen Aussagen zum Unfallrisiko abgeleitet werden. Dies ist, bedingt durch die geringen Prävalenzen, ohnehin kaum möglich.

Belastbare Aussagen zur Fahrsicherheit spezifischer Patientengruppen, wie der von Schmerzpatienten unter Langzeitbehandlung mit Opioiden, können deshalb nur in experimentellen Studien gewonnen werden. Aus den bereits publizierten Studien (Kapitel 5) können allerdings bislang noch keine allgemeingültigen Aussagen abgeleitet werden. Dies liegt zum einen daran, dass die Opioide und die untersuchten Dosisbereiche voneinander abweichen (Mailis-Gagnon et al., 2012). Zum anderen gibt es die „typische“ Medikation zur Behandlung chronischer Schmerzen nicht. Den Schmerztherapeuten stehen unterschiedliche Opioide in unterschiedlichen Dosierungen und verschiedenen Applikationsformen zur Verfügung. Um optimale Behandlungserfolge zu erzielen, werden die Opioide zudem häufig mit weiteren Medikamenten kombiniert, so zum Beispiel mit Antidepressiva oder Antikonvulsiva (Müller-Schwefe, 2012). Diese können ihrerseits die Fahrsicherheit beeinträchtigen. Ferner konnten eine Reihe personenbezogener Faktoren identifiziert werden, die mit dem Ausmaß der Leistungsbeeinträchtigung in Zusammenhang stehen. Hierzu gehören die Intensität der Nebenwirkungen der Medikamente selbst, die Stärke des Restschmerzes, Schlafstörungen, Tagesmüdigkeit, Depressivität und das Vorhandensein von Angststörungen (Mailis-Gagnon et al., 2012).

Das Kollektiv der Schmerzpatienten, die mit einer individuell abgestimmten Kombination unterschiedlicher Medikamente, von denen das starke Opioid das mit den deutlichsten fahrsicherheitsrelevanten Nebenwirkungen ist, über einen langen Zeitraum behandelt werden, ist in den bislang publizierten Studien nicht ausreichend repräsentiert. Die verfügbaren Studien beschränken sich in der Mehrzahl auf die Untersuchung eines bestimmten Opioids (Dagtekin et al., 2007; Gaertner et al., 2006; Menefee et al., 2004; Sabatowski et al., 2003; Vainio et al., 1995). Eine ausreichende Fallzahl konnte in diesen Studien, so ist zu vermuten, nur erreicht werden, in dem Schmerzpatienten gezielt auf die Studienmedikation eingestellt wurden. Damit liegt der Fokus der Betrachtung aber auf der Einstellungsphase, was nicht die Langzeiteffekte widerspiegeln muss. Eine in der medizinischen Praxis bei chronischem Schmerz übliche Langzeitbehandlung mit einer individuell abgestimmten Kombination von Medikamenten, lag in diesen Studien somit nicht vor oder wurde zumindest nicht entsprechend berichtet. Weiterhin fehlen bislang zu dieser Patientengruppe aussagekräftige Studienergebnisse, die auf Fahrversuchen im Straßenverkehr oder in Fahrsimulatoren basieren. In der Mehrzahl der Studien wurden mit Testverfahren die kognitiven und psychomotorischen Leistungsbereiche erfasst, die für das Fahren als relevant erachtet werden (Mailis-Gagnon et al., 2012). In keiner der publizierten Studien, in denen ein Fahrversuch durchgeführt wurde, wurde bislang der Road-tracking Test (O'Hanlon, 1984) oder der Car-following Test (Brookhuis et al., 1994) verwendet. Beide standardisierte Verfahren werden jedoch von Experten für die Bewertung der Fahrsicherheit unter Einfluss psychoaktiver Substanzen, die sedierend wirken, empfohlen (ICADTS, 1999). Insbesondere zum Road-tracking Test liegen bereits umfangreiche Publikationen zur Fahrsicherheit unter dem Einfluss verschiedenster psychoaktiver Substanzen vor (Verster & Roth, 2012a).

Somit besteht Bedarf für eine Studie, in der in einem Fahrversuch gezielt die eingangs charakterisierte Patientengruppe, unter ihrer bestehenden Schmerzmedikation, untersucht wird. Dabei müssen die Faktoren, von denen aufgrund der bereits verfügbaren Studien ein Einfluss auf die Fahrsicherheit zu erwarten ist, mit berücksichtigt werden.

Um einen solchen Fahrversuch durchführen zu können, wird zunächst ein Messfahrzeug benötigt, das über die erforderliche Technik verfügt. Darüber hinaus muss eine Strecke gefunden werden, auf der die Durchführung der zuvor beschriebenen Manöver möglich ist. Die Merkmale dieser Messanordnung, d.h. die spezifischen Eigenschaften des Fahrzeugs, der Messtechnik und der Fahrstrecke, beeinflussen die gewonnenen Daten. Zwar liegen aus der Literatur Belege darüber vor, dass mit dem Road-tracking Test und dem Car-following Test Beeinträchtigungen des Fahrers durch sedierend wirkende Substanzen nachgewiesen werden können (Brookhuis et al., 1994; Kuypers et al., 2006; Verster & Ramaekers, 2009). Diese Nachweise gelten jedoch nur für die Messanordnung, die in den jeweiligen Studien verwendet wurde.

Zunächst muss daher für die zu verwendende Messanordnung der Nachweis erbracht werden, dass diese ebenfalls sensitiv genug ist, um solche Beeinträchtigungen des Fahrers nachweisen zu können. Hier bietet es sich an, Referenzdaten zum Fahren unter Alkoholeinfluss zu erzeugen, da dessen leistungsbeeinträchtigende Wirkung bereits hinreichend belegt ist (Moskowitz & Fiorentino, 2000; Schnabel et al., 2010). Ferner wurden für die beiden genannten Fahrmanöver bereits Daten zu alkoholbedingten Beeinträchtigungen publiziert (Verster & Ramaekers, 2009). Von Experten wird darüber hinaus der Vergleich zur Wirkung des Alkohols bei der Untersuchung psychoaktiver Substanzen empfohlen (ICADTS, 1999; Walsh et al., 2008). Er ist überdies für ein europaweit einheitliches Kennzeichnungssystem für psychoaktive Medikamente in der Diskussion (de Gier et al., 2009). Da die Promillegrenze für Alkohol in 16 der 27 Mitgliedsländer der EU bei 0.5‰ liegt (Podda, 2012), eignet sich dieser Wert besonders als Referenzwert. Weil der deutsche Gesetzgeber bei der Begutachtung der Fahreignung den Vergleich mit einer altersunabhängigen Gruppe vorsieht (BAST, 2010), sollte die Referenzgruppe entsprechend zusammengestellt sein und aus gesunden Fahrern bestehen.

Die Durchführung von Fahrversuchen im realen Straßenverkehr ist sehr zeit- und kostenaufwändig. Auch ist damit immer eine gewisse Gefährdung der Fahrer und der anderen Verkehrsteilnehmer verbunden. Häufig wird daher nicht das Fahren an sich untersucht. Stattdessen werden Leistungsbereiche geprüft, die für das Fahren relevant sind (Mailis-Gagnon et al., 2012). Welche Leistungsbereiche dies nach Auffassung des Gesetzgebers sind, ist in Anlage 5 zur FeV aufgeführt. Mit dafür zugelassenen Verfahren werden diese auch bei einer amtlichen Überprüfung der Fahreignung, beispielsweise nach Entzug einer Fahrerlaubnis, erfasst. Dafür werden computerbasierte Verfahren wie das Wiener Testsystem eingesetzt (Bukasa & Utzelmann, 2009; Poschadel et al., 2009). Dieses Testsystem wurde bereits in einigen Untersuchungen zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten verwendet (z.B. Dagtekin et al., 2007; Gaertner et al., 2006; Sabatowski et al., 2003). Bei der Verwendung solcher Verfahren stellt sich immer die Frage, in wieweit die Ergebnisse auf das tatsächliche Fahren übertragbar sind (externe Validität). Für die verkehrspsychologischen Tests des Wiener Testsystems konnte bereits nachgewiesen werden, dass Zusammenhänge zwischen der Testleistung und dem Fahrverhalten bestehen (Bukasa & Utzelmann, 2009). Dennoch gilt auch dieses Verfahren als noch verbesserungswürdig (Poschadel et al., 2009).

Für den Road-tracking und den Car-following Test wurde bereits mehrfach gezeigt, dass damit Leistungsbeeinträchtigungen des Fahrers durch psychoaktive Substanzen, darunter Alkohol, nachgewiesen werden können (Kuypers et al., 2006; Ramaekers, 2003; Verster & Roth, 2011). Diese Substanzen bewirken eine Veränderung des Fahrerzustands, der sich in Veränderungen der abgeleiteten Leistungsmaße manifestiert. In wieweit dies mit den verkehrspsychologischen Tests des Wiener Testsystems möglich ist, wurde bisher noch nicht umfassend untersucht. Ferner wurde noch nicht geprüft, in wieweit zwischen den Leistungsparametern aus dem Fahrversuch und aus dieser computergestützten Testung Zusammenhänge bestehen.

Zusammenfassend ergeben sich mehrere Fragestellungen, die zwei Bereichen zugeordnet werden können: Fragen, die methodische Aspekte betreffen (Fragen 1 bis 6) und Fragen, die sich spezifisch

auf die Fahrsicherheit bei Langzeitanwendung von starken Opioiden bei chronischem Schmerz beziehen (Fragen 7 bis 10). Dabei ist unter Langzeitanwendung zu verstehen, dass diese bereits über viele Monate erfolgte, zumindest aber so lange, dass von einer stabilen Einstellung und einer Gewöhnung an die Nebenwirkungen ausgegangen werden kann.

1. Bleibt die mit dem computerbasierten Testsystem erfasste Leistung in den fünf in Anlage 5 zur FeV genannten Leistungsbereichen über die Zeit stabil?
2. In wieweit wirken sich Veränderungen des Fahrerzustands auf die Leistung in den fünf in Anlage 5 zur FeV genannten Leistungsbereichen aus?
3. Können mit der für den Fahrversuch aufgebauten Messanordnung durch psychoaktive Substanzen bedingte Veränderungen des Fahrerzustands erfasst werden?
4. Wirken sich alkohol- und ermüdungsbedingte Beeinträchtigungen des Fahrerzustands unterschiedlich auf Leistungsparameter in einem Fahrversuch aus?
5. Wie hängt das verhaltensbezogene Maß SDLP mit anderen Maßen der Ermüdung zusammen?
6. Bestehen Zusammenhänge zwischen der mit einem computerbasierten Testsystem erfassten Leistung und der Leistung im Road-tracking Test sowie im Car-following Test?
7. Ist die Fahrsicherheit von Schmerzpatienten bei Langzeitanwendung von Opioiden beeinträchtigt?
8. Sind Schmerzpatienten, die dauerhaft Opioide einnehmen, häufiger als gesunde Fahrer in Unfälle verwickelt? Unterlaufen Ihnen häufiger Fahrfehler?
9. Nutzen Schmerzpatienten kompensatorische Strategien um eventuelle Beeinträchtigungen durch die Erkrankung oder die Medikation auszugleichen?
10. Unterscheiden sich Schmerzpatienten hinsichtlich personenbezogener Merkmale mit Bezug zur Fahrsicherheit von gesunden Fahrern?

Diese Fragestellungen wurden in einem umfangreichen Untersuchungsvorhaben bearbeitet, das insgesamt sieben Teilstudien umfasste. Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über diese Studien und deren Zielstellungen. Alle Studien werden im Anschluss ausführlich dargestellt und es werden die gewonnenen Ergebnisse berichtet. Abschließend werden die Ergebnisse der einzelnen Studien einander gegenübergestellt und zusammenfassend diskutiert.

Zur Leistungsmessung wurde sowohl das Wiener Testsystem eingesetzt, das, mit entsprechenden Leistungstests, in Deutschland auch im Rahmen der amtlichen Begutachtung der Fahreignung eingesetzt wird (für eine Systembeschreibung siehe Kapitel 7.3.1). Ergänzend dazu wurde ein Fahrversuch im öffentlichen Verkehrsraum durchgeführt, der den Road-tracking Test (O'Hanlon, 1984) und den Car-following Test (Brookhuis et al., 1994) umfasste. Zusätzlich wurde eine umfangreiche Befragung u.a. zur Beteiligung an Unfällen und zum Auftreten von Fahrfehlern durchgeführt. Damit stehen drei Datenquellen zur Verfügung, aus denen Schlüsse über die Fahrsicherheit von Patienten mit chronischen Schmerzen gezogen werden können:

- die computerbasierte Leistungsmessung mit verkehrspsychologischen Tests des Wiener Testsystems,
- Leistungsdaten aus dem standardisierten Fahrversuch im Straßenverkehr und
- Selbstberichte über personenbezogene Merkmale.

In Studie 1 wurde zunächst die Retest-Reliabilität der computerbasierten Testung bestimmt. Hierzu absolvierten gesunde Fahrer das Test-Set FeV zwei Mal im Abstand von einer Woche. Mit Studie 2 wurde geprüft, ob die computerbasierte Testung geeignet ist, Zustandsveränderungen des Fahrers durch psychoaktive Substanzen mit sedierender Wirkung nachzuweisen. Dazu absolvierten gesunde Fahrer die Testung einmal nüchtern und ein weiteres Mal mit einem Blutalkoholspiegel von 0.5‰. Da bei der Überprüfung der Fahreignung der Vergleich mit einer altersunabhängigen Referenzgruppe gefordert wird (BASt, 2010), wurde diese Vergleichsgruppe nach vier Altersgruppen (25-30, 30-40, 40-50, 50-65 Jahre) geschichtet. Weil junge Fahrer mit wenig Fahrpraxis (< 25 Jahre), ältere Fahrer (> 65 Jahre) sowie Fahrer, die nicht mehr regelmäßig selbst Auto fahren, in der amtlichen Unfallstatistik überrepräsentiert sind, wurden sie nicht in diese Vergleichsgruppe aufgenommen. Von allen Studienteilnehmern waren außerdem Mindestanforderungen hinsichtlich der Fahrerfahrung und der jährlichen Fahrleistung zu erfüllen (vgl. Anhang 17.7).

Um zu prüfen, in wieweit die Patienten Beeinträchtigungen in den fahrsicherheitsrelevanten Leistungsbereichen aufweisen, wurde in Studie 3 deren Leistung in der computerbasierten Testung mit der der gesunden Probanden aus Studie 2 verglichen. Die Untersuchungsgruppe wurde aus Patienten zusammengesetzt, die unter nicht-tumorbedingten chronischen Schmerzen leiden und bereits langfristig mit einem der fünf in Deutschland am häufigsten verordneten starken Opioide (Fentanyl, Buprenorphin, Oxycodon, Hydromorphon oder Morphin) behandelt wurden. Diese Patienten wurden unter ihrer bestehenden und individuell auf sie abgestimmten Medikation in die Studie eingeschlossen. Als Voraussetzung für den Einschluss in die Studie waren für jedes Opioid Mindestdosen vorgeschrieben. Darüber hinaus galten für die üblichen Begleitmedikamente Dosisobergrenzen. Die Medikation durfte innerhalb von vier Wochen vor dem Erhebungstermin nicht mehr verändert worden sein. Ferner waren der Konsum von Alkohol und die Einnahme nicht-retardierter Opioide ab 24 Stunden vor dem Erhebungstermin nicht mehr gestattet. Die vollständige Auflistung der Ein- und Ausschlusskriterien befindet sich im Anhang 17.7.

Mit Studie 4 wurde geprüft, ob mit der Messanordnung für den Fahrversuch alkoholbedingte Leistungsbeeinträchtigungen nachgewiesen werden können. Ein Teil der gesunden Probanden aus Studie 2 absolvierte dazu den Fahrversuch einmal nüchtern und ein weiteres Mal unter Einfluss von 0.5‰ Alkohol. Studie 5 sollte darüber Aufschluss geben, in wieweit die SDLP ein geeignetes Maß ist, müdigkeitsbedingte Leistungsbeeinträchtigungen des Fahrers abzubilden. Eine von den übrigen Studien unabhängige Gruppe gesunder Fahrer absolvierte dazu den Road-tracking Test einmal nüchtern und ein weiteres Mal unter Einfluss von 0.5‰ Alkohol. Dabei wurde die Abfolge der Bedingungen balanciert, um mögliche Reihenfolgeeffekte zu kontrollieren. Als physiologischer Indikator der Ermüdung wurde die alpha-Spindelrate (Simon et al., 2011) erfasst, die auf einer EEG-Ableitung basiert. Diese hatte sich in vorherigen Studien für die Anwendung in Fahrversuchen als geeignet erwiesen (Schmidt et al., 2009; Schmidt, Schrauf, Simon, Buchner & Kincses, 2011). Unter der Annahme, dass bei Müdigkeit die verfügbaren Ressourcen zurückgehen, wurde darüber hinaus eine akustische Nebenaufgabe eingeführt (Lenné, Triggs & Redman, 1997; O'Donnell & Eggemeier, 1986). Zusätzlich wurde das Auftreten von Fahrfehlern in Anlehnung an Brenner-Hartmann (2002) mit einem Beobachtungsprotokoll erfasst. Mit Hilfe der Karolinska Sleepiness Scale (Akerstedt & Gillberg, 1990; Kaida et al., 2006) wurden die Fahrer nach ihrer Müdigkeit befragt.

In Studie 6 absolvierte ein Teil der Patienten aus Studie 3 zusätzlich den Fahrversuch. Zum Nachweis etwaiger Leistungsbeeinträchtigungen wurden die dabei erzeugten Daten mit denen der gesunden Fahrer aus Studie 4 verglichen. Da sowohl von einem Großteil der gesunden Fahrer wie auch von einem Großteil der Patienten Daten aus der computerbasierten Testung und aus dem Fahrversuch vorlagen, konnte zusätzlich geprüft werden, in wieweit Zusammenhänge zwischen beiden Erhebungsmethoden bestehen.

Ergänzend zu den Leistungsparametern aus der computerbasierten Testung und dem Fahrversuch wurden in Studie 7 Angaben zur Verwicklung in Unfälle und zur Häufigkeit von Verstößen gegen Verkehrsregeln erfasst. Zusätzlich wurde erhoben, ob Patienten Kompensationsstrategien anwenden. Weiterhin wurde geprüft, ob sich Patienten in Bezug auf die Merkmale, die in Zusammenhang mit ihrer Fahrsicherheit diskutiert werden, von gesunden Fahrern unterscheiden.

In der Übersicht umfasste das Studienvorhaben die folgenden sieben Einzelstudien:

- 1. Studie: Retest-Reliabilität der Leistungsmessung mit dem Test-Set FeV des Wiener Testsystems
- 2. Studie: Erfassung alkoholbedingter Beeinträchtigungen fahrsicherheitsrelevanter Leistungsbereiche mit dem Wiener Testsystem
- 3. Studie: Messung der fahrrelevanten Leistung von Patienten mit chronischen Schmerzen unter analgetischer Medikation mit starken Opioiden mit dem Wiener Testsystem
- 4. Studie: Erfassung alkoholbedingter Leistungsbeeinträchtigungen in einem standardisierten Fahrversuch
- 5. Studie: Validität der Standardabweichung der lateralen Position (SDLP) für die Erfassung müdigkeitsbedingter Leistungsbeeinträchtigungen des Fahrers
- 6. Studie: Erfassung der Fahrsicherheit von Patienten mit chronischen Schmerzen unter analgetischer Medikation in einem standardisierten Fahrversuch
- 7. Studie: Selbstberichtete Fahrerleistung und –eigenschaften von Patienten mit chronischen Schmerzen

7 Verfahren und Methoden

In diesem Kapitel werden die Verfahren und Methoden beschrieben, die in den durchgeführten Studien eingesetzt wurden. Zunächst wird auf die körperliche Untersuchung eingegangen, die durchgeführt wurde um die Ein- und Ausschlusskriterien zu prüfen und um sicherzustellen, dass die Probanden durch die Teilnahme keine gesundheitlichen Schäden erleiden. Weiterhin wird die bei den Patienten durchgeführte Analyse von Blut- und Speichelproben erläutert. Im Anschluss werden die verwendeten Fragebogen beschrieben und die verwendeten apparativen Verfahren (Computerbasiertes Testsystem, Fahrversuch und EEG) erläutert. Dabei wird auch auf die Datenaufbereitung eingegangen und es wird erläutert, welche Parameter zur Leistungsbeschreibung herangezogen werden. Abschließend werden noch die Alkoholgabe und die Messung der Blutalkoholkonzentration dargestellt.

7.1 Körperliche Untersuchung und Laborwerte

Alle Patienten wurden aus dem Patientenstamm der Schmerzklinik der Universitätsklinik Köln rekrutiert. In einer ausführlichen Anamnese wurden von ihnen Angaben zu Schmerzursachen, -dauer und der Medikation erhoben. Darüber hinaus wurde der allgemeine Gesundheitszustand erfasst. Dabei wurde auch die Erfüllung der Ein- und Ausschlusskriterien geprüft. Hierzu wurde durch einen Arzt ein teil-standardisiertes Interview geführt und eine körperliche Untersuchung vorgenommen (Anhang 17.7).

Bis auf die Teilnehmer an Studie 5, die an der Universität Maastricht rekrutiert wurden, wurden alle gesunden Studienteilnehmer aus einem Probandenpool der Bundesanstalt für Straßenwesen rekrutiert. Auch der Gesundheitszustand aller gesunden Studienteilnehmer wurde in einer ausführlichen Anamnese dokumentiert. Dabei erfolgte auch die Prüfung der Ein- und Ausschlusskriterien.

Für die Bestimmung der Opioidkonzentrationen in Blut und Speichel wurden von allen Patienten entsprechende Proben entnommen und analysiert. Für die Speichelproben wurde der StatSure saliva sampler (StatSure Diagnostic Systems) verwendet. Die Blutproben wurden durch Venenpunktion entnommen. Es wurde sowohl eine Vollblutprobe gewonnen als auch eine Plasmaprobe durch Zentrifugieren erzeugt. Alle Proben wurden tiefgekühlt und mittels LC-MS/MS (Liquid-Chromatographie-Massenspektrometrie/Massenspektrometrie) analysiert (Jantos et al., 2011; Verstraete et al., 2011).

Bei allen Teilnehmern wurde vor jedem Erhebungstermin ein Drogenscreening mit dem MAHSAN-KOMBI/DOA6 durchgeführt. Dieser weist mittels Immunchromatographie-Technik Amphetamine/XTC, Benzodiazepine, Kokain, Metamphetamin/MDMA/XTC, Opiate und Cannabis im Urin nach. Liegt die Konzentration einer dieser Substanzen über der Nachweisgrenze, wird dies durch eine Farbveränderung auf dem Teststreifen angezeigt. Ein positives Ergebnis – sofern es sich dabei in der Patientengruppe nicht um ein verordnetes Medikament handelte, führte zum Abbruch der Erhebung. Bei allen Studienteilnehmerinnen der Vergleichsgruppe wurde aufgrund des Alkohols ein Schwangerschaftstest durchgeführt. Ein positives Ergebnis führte zum Ausschluss aus der Studie.

7.2 Fragebogen

7.2.1 Fahrerfahrung

Mit einem Fragebogen wurden Merkmale erfasst, die mit der Fahrleistung in Verbindung stehen. Dazu gehörten u.a. Art der Führerscheine über die ein Teilnehmer verfügt, das Jahr des Führerscheinerwerbs und die jährliche Fahrleistung (Anhang 17.2).

7.2.2 Selbsteinschätzung von Aspekten der Leistung und des Zustands

Für die Erfassung der Selbsteinschätzungen der eigenen Leistung sowie von Aspekten des Zustands wurden visuelle Analogskalen verwendet. Diese waren 10cm lang und an den Enden mit verbalen Polen bezeichnet. Die Bezeichnungen der Pole waren an die unterschiedlichen Bewertungsinhalte angepasst (Tabelle 12).

Tabelle 12: Übersicht der verwendeten Items und der jeweiligen Pole der Skala unter Verweis auf die Probandengruppe.

Item	Pole	Probandengruppe
Wie gut war Ihre Leistung beim Test am Computer?	sehr schlecht – sehr gut	Gesunde, Patienten
Wie gut sind Sie gefahren?	sehr schlecht – sehr gut	Gesunde, Patienten
In welchem Ausmaß haben die Medikamente Ihre Leistung beeinträchtigt	gar nicht – sehr stark	Patienten
Wie stark ist Ihr Schmerz?	kein Schmerz – stärkster vorstellbarer Schmerz	Patienten
In welchem Ausmaß haben die Schmerzen Ihre Leistung beeinträchtigt?	gar nicht – sehr stark	Patienten
Wie stark wirkt der Alkohol im Moment?	gar nicht – sehr stark	Gesunde
Wie stark hat der Alkohol Ihre Leistung beeinträchtigt?	gar nicht – sehr stark	Gesunde

7.2.3 Nebenwirkungen von Opioiden

Neben den erwünschten Wirkungen haben Opioiden auch Nebenwirkungen, die in der Literatur umfassend dokumentiert sind (z.B. Mutschler et al., 2001). Nebenwirkungen, über die Schmerzpatienten in der ärztlichen Praxis häufig klagen (z.B. Müdigkeit, Schwindel, Obstipation) wurden von einem erfahrenen Schmerztherapeut zu einer Liste zusammengestellt, die zehn Nebenwirkungen umfasste.

Von den Patienten sollten zu jeder dieser Nebenwirkungen angegeben werden, wie stark diese am Erhebungstag ausgeprägt war. Hierzu wurde eine vierstufige Skala (nicht vorhanden – leicht – mittel – stark) vorgegeben. Weiterhin bot der Fragebogen (Anhang 17.3) die Möglichkeit zur Nennung weiterer Nebenwirkungen und zur Angabe von deren Intensität.

7.2.4 Selbstbeschränkungen beim Fahren

Insbesondere von älteren Fahrern ist bekannt, dass diese ihr Fahren einschränken, in dem sie als gefährlich oder schwierig wahrgenommene Situationen meiden. Am häufigsten vermieden werden von Fahrern über 65 Jahren Fahrten bei Dunkelheit und Regen sowie das Parken längs der Fahrbahn (Baldock, Mathias, McLean & Berndt, 2006; Naumann, Dellinger & Kresnow, 2011; Sullivan, Smith, Horswill & Lurie-Beck, 2011).

Um zu erfassen, in wieweit Schmerzpatienten Fahrsituationen meiden, wurde in Anlehnung an Kaussner (2007) und unter Berücksichtigung der zuvor angeführten Publikationen ein Fragebogen erstellt (Anhang 17.4). Dieser bestand aus einer Auflistung von 12 Verkehrs- und Fahrsituationen, zu denen jeweils anzugeben war, ob und in welchem Ausmaß diese gemieden werden. Hierzu standen vier Antwortkategorien zur Verfügung (nie – eher nicht – wenn möglich – immer).

7.2.5 Verkehrsauffälligkeiten und abweichendes Fahrverhalten

Auffälligkeiten im Verkehrsverhalten wurden über zwei Zugänge erfasst: Zum einen wurden die Fahrer gebeten, alle Unfälle aufzulisten, in die sie in den vergangenen 12 Monaten verwickelt waren. Außerdem sollten alle Verkehrsverstöße, die in diesem Zeitraum mit Strafzetteln oder Punkten im Verkehrszentralregister geahndet wurden, angegeben werden. Um eine Klassifikation zu ermöglichen, sollten alle Unfälle zusätzlich jeweils kurz beschrieben und Angaben zum Verschulden (unschuldig, teilschuldig, allein schuldig) gemacht werden. Ebenso sollten auch die geahndeten Verstöße kurz beschrieben und die Höhe des Bußgelds bzw. die Anzahl der verhängten Punkte angegeben werden.

Zusätzlich zu diesen Ereignissen wurden Verhaltensweisen erfasst, die potentiell gefährdend waren, jedoch nicht zum Unfall führten. Hierfür wurde der Driver Behavior Questionnaire (DBQ; Reason et al., 1990) in einer deutschen Übersetzung von Evers 2010a verwendet. Diese Übersetzung basierte auf einer modifizierten Fassung des DBQ bestehend aus 28 Items (Lawton et al., 1997) und war auf das Verhalten von LKW-Fahrern ausgelegt. Entsprechend waren Items, die für diese Fahrergruppe unpassend waren („Forget where you left your car in a car park“; „Race away from traffic lights with the intention of beating the driver next to you“) nicht enthalten. Sie wurden in den verwendeten Fragebogen wieder aufgenommen. Außerdem wurden alle Items so formuliert, dass sie sich auf PKW-Fahrer bezogen. Zur Verbesserung der Verständlichkeit wurden zusätzlich einige Items umformuliert und gekürzt jedoch stets so, dass die zentrale Aussage unverändert blieb.

Bereits in der Fragebogenfassung von Evers 2010a war ein Item der englischsprachigen Vorlage („Stay in the motorway lane that you know will be closed ahead until the last minute before forcing your way into the other lane“) nicht enthalten, da es, bezogen auf die in Deutschland geltenden Verkehrsregeln, keinen Verstoß beschrieb. Die Veränderung des Items „Attempt to drive away from the traffic lights in third gear“, wobei „dritter Gang“ durch „falscher Gang“ ersetzt wurde, wurde beibehalten. Ebenso wurden die in der deutschen Übersetzung zusätzlich enthaltenen Items „Ich schere auf der Autobahn zum Überholen aus, so dass das nachfolgende Fahrzeug bremsen muss“, „Ich übersehe, dass der Verkehr vor mir langsamer wird, so dass ich voll in die Bremsen gehen muss“ und „Ich halte mich nicht an Überholverbote für LKW auf Autobahnen“ übernommen, letzteres Item jedoch umformuliert in „Ich halte mich nicht an Überholverbote“. Insgesamt umfasste der Bogen in der verwendeten Fassung somit 30 Items (Anhang 17.5).

Zu jedem dieser Items sollte von den Probanden auf einer siebenstufigen Skala angegeben werden, wie häufig die jeweilige Situation beim Fahren in den letzten 12 Monaten aufgetreten war (nie – sehr selten – selten – mittel – oft – sehr oft – (fast) immer). Anders als in der Originalversion und der deutschen Übersetzung wurde der Betrachtungszeitraum hier eingeschränkt. Weiterhin wurde eine gleichabständige Skala verwendet. Im DBQ waren im Gegensatz dazu ursprünglich sechs Stufen

verwendete worden, in der deutschen Übersetzung von Evers (2010) fünf (nie – selten – manchmal – oft – (fast) immer).

7.2.6 Fragebogen zum Gesundheitszustand

Der Fragebogen zum Gesundheitszustand (SF-36; Bullinger & Kirchberger, 1998) besteht aus 36 Items, mit denen acht Dimensionen der subjektiven Gesundheit sowie die Veränderung der Gesundheit aus Sicht der Betroffenen erfasst werden. Den einzelnen Skalen ist eine unterschiedliche Anzahl von Items zugeordnet, die in der nachfolgenden Auflistung jeweils in Klammern angegeben ist. In diesem Fragebogen wird mit unterschiedlichen Frageformen und Antwortformaten gearbeitet. So sind einige Fragen mit „ja“ oder „nein“ zu beantworten (z.B. „Ich habe weniger geschafft als ich wollte“), bei anderen werden drei- bis sechsstufige Antwortskalen vorgegeben (z.B. „Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?“ ausgezeichnet – sehr gut – gut – weniger gut – schlecht). Die acht Dimensionen des Fragebogens und die Frage nach der Veränderung der Gesundheit werden wie folgt beschrieben (Bullinger & Kirchberger, 1998):

- Körperliche Funktionsfähigkeit (10): Ausmaß der Beeinträchtigung körperlicher Aktivitäten (z.B. Treppen steigen, bücken).
- Körperliche Rollenfunktion (4): Einschränkungen der Arbeit und anderer täglicher Aktivitäten.
- Körperliche Schmerzen (2): Ausmaß an Schmerzen.
- Allgemeine Gesundheitswahrnehmung (5): Eigene Wahrnehmung der derzeitigen Gesundheit und die Erwartungen an die Zukunft.
- Vitalität (4): energiegeladen vs. erschöpft
- Soziale Funktionsfähigkeit (2): Ausmaß der Beeinträchtigung sozialer Aktivitäten.
- Emotionale Rollenfunktion (3): Ausmaß der Beeinträchtigung von Aktivitäten durch emotionale Probleme.
- Psychisches Wohlbefinden (5): Allgemeine psychische Gesundheit.
- Veränderung der Gesundheit (1): Beurteilung des derzeitigen Gesundheitszustands im Vergleich zum Vorjahr.

Im Testhandbuch wird eine Routine für SPSS zur Verfügung gestellt, mit deren Hilfe die Auswertung in drei Schritten durchgeführt wurde. Zunächst wurden einige Items umcodiert und rekali­briert, anschließend wurden Skalenroh­werte durch Summation der Itemwerte berechnet. Diese Skalenroh­werte wurden dann in eine Skala von 0 bis 100 transformiert.

7.2.7 Hospital Anxiety and Depression Scale

Mit der deutschen Adaptation der Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS-D; Herrmann-Lingen, Buss & Snaith, 2008) wurden Angst und Depressivität erfasst. Dieser Fragebogen wurde speziell für den Einsatz in nicht-psychiatrischen Krankenhäusern entwickelt. Er ist sowohl zum Einsatz bei Patienten als auch zum Einsatz in der Allgemeinbevölkerung geeignet (Bjelland, Dahl, Haug & Neckelmann, 2002). Das Verfahren gilt als valide und weist eine hohe Sensitivität und Spezifität auf (Herrmann-Lingen et al., 2008).

Der HADS-D umfasst 14 Items, die jeweils zur Hälfte den beiden Subskalen *Angst* und *Depression* zugeordnet sind. Die Antwortmöglichkeiten sind itemspezifisch und jeweils vierstufig (0 – 3). Der Wertebereich der durch Summation zusammengefassten Items liegt zwischen 0 und 21. Gemäß den

Angaben im Handbuch kann maximal eine Auslassung pro Skala toleriert werden. Die fehlende Angabe soll dann durch den Mittelwert der sechs übrigen Items ersetzt werden. Skalenwerte von 0-7 gelten als unauffällig, 8-10 als grenzwertig und ≥ 11 als auffällig (Herrmann-Lingen et al., 2008).

7.2.8 Brief Pain Inventory

Mit der deutschen Version des Brief Pain Inventory (BPI; Radbruch et al., 1999) wurden Angaben zur Schmerzintensität und zu schmerzbedingten Beeinträchtigungen erhoben. Zu den meisten der 12 Items dieses Fragebogens gehört eine 11-stufige numerische Skala mit den Polen „0 – keine Beeinträchtigung / kein Schmerz“ und „10 = vollständige Beeinträchtigung / stärkster vorstellbarer Schmerz“. Zunächst wurde abgefragt, ob überhaupt andere als Alltagsschmerzen bestanden, wobei unter Alltagsschmerzen zum Beispiel Kopfschmerzen, Zahnschmerzen oder Schmerzen bei Verstauchungen zu verstehen waren. Nur falls andere als diese Alltagsschmerzen vorlagen, wurden, gemäß dem üblichen Vorgehen bei diesem Verfahren, die weiteren Items vorgelegt. Mit diesen wurde im Einzelnen erfasst:

- Die Lokalisation der Schmerzen durch Markierung der entsprechenden Bereiche auf einer Körperskizze (Abbildung 9).
- Die Schmerzstärke im Moment sowie die stärksten, geringsten und die durchschnittlichen Schmerzen innerhalb der letzten 24 Stunden. Diese vier Items wurden zu einem als *Schmerzscore* bezeichneten Summenscore zusammengefasst, der einen Wertebereich von 0 bis 40 annehmen kann.
- Eine freie Beschreibung der Medikation und der derzeitigen Behandlungsverfahren.
- Die prozentuale Angabe zum Ausmaß der Schmerzlinderung durch die derzeitige Behandlung in den vergangenen 24 Stunden (0% = keine Linderung – 100% vollständige Linderung).
- Das Ausmaß der schmerzbedingten Beeinträchtigungen in den vergangenen 24 Stunden in verschiedenen Bereichen (allgemeine Aktivität, Stimmung, Gehvermögen, Arbeit, Beziehung zu anderen Menschen, Lebensfreude und Schlaf). Diese sieben Items wurden zu einem als *Aktivitätsscore* bezeichneten Summenscore zusammengefasst, dessen Wertebereich zwischen 0 und 70 lag.
- Ergänzend wurde erfragt, in wieweit die Schmerzen in den vergangenen 24 Stunden das Autofahren beeinträchtigt haben (0 = keine Beeinträchtigung – 100 = vollständige Beeinträchtigung). Dieses Item war kein Bestandteil des BPI und wurde nur in der vorliegenden Studie verwendet. Es wurde deshalb deutlich abgesetzt von den übrigen Items vorgegeben und in keinen der Summenscores einbezogen.

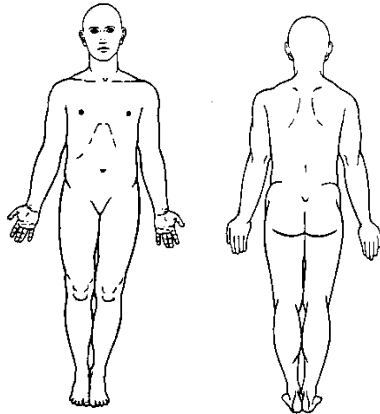


Abbildung 9: Körperskizze zur Markierung der schmerzenden Bereiche.

7.2.9 Karolinska Sleepiness Scale

Zur Verlaufsmessung der Ermüdung des Fahrers wurde die Karolinska Sleepiness Scale (Akerstedt & Gillberg, 1990) in einer deutschen Übersetzung eingesetzt. Die Skala umfasst neun verbal beschriebene Kategorien mit den Polen 1 „extrem wach“ und 9 „sehr müde; große Anstrengung erforderlich, um wach zu bleiben; kämpfe gegen das Einschlafen“ (Abbildung 10). Für dieses sehr häufig verwendete Verfahren konnte ein hoher Zusammenhang zwischen dem angegebenen Ausmaß der Ermüdung und der Leistung nachgewiesen werden (Gillberg, Kecklund & Akerstedt, 1994). Hohe Zusammenhänge wurden auch zwischen Angaben zur Ermüdung anhand dieser Skala und Indikatoren der Ermüdung im EEG gezeigt (Kaida et al., 2006). Diese Skala bewährte sich darüber hinaus bei Fahrversuchen zur Fahrermüdigkeit (u.a. Schmidt et al., 2009; Simon et al., 2011).

1	extrem wach
2	sehr wach
3	wach
4	eher wach
5	weder wach noch müde
6	einige Anzeichen von Müdigkeit sind vorhanden
7	müde, aber keine Anstrengung erforderlich, um wach zu bleiben
8	müde, Anstrengung erforderlich, um wach zu bleiben
9	sehr müde; große Anstrengung erforderlich, um wach zu bleiben; kämpfe gegen das Einschlafen

Abbildung 10: Deutsche Übersetzung der Karolinska Sleepiness Scale (KSS).

7.2.10 Groningen Sleep Quality Scale

Zusätzlich zur Schlafdauer, die in allen Studien erfasst wurde, wurde in Studie 5 die Groningen Sleep Quality Scale (GSQS; Meijman, de Vries-Griever & de Vries, 1988) in einer eigenen deutschen Übersetzung verwendet, um die Qualität des Nachschlafs genauer zu erfassen. Die verwendete Skala umfasste 14 Items (siehe Anhang 17.6), die als Aussagen formuliert waren, die Probleme in Zusammenhang mit dem Schlafen beschreiben (Beispiel: „Ich bin heute Nacht mehrere Male wach

geworden.“, „Ich habe heute Nacht unruhig geschlafen“). Diesen Aussagen konnte jeweils zugestimmt oder sie konnten abgelehnt werden.

Gemäß der Auswertungsvorschrift wurde ein Summenscore gebildet, der einen Wert zwischen Null und 14 annehmen konnte. Hohe Werte zeigen eine schlechte subjektive Schlafqualität an. Bei ungestörtem oder nicht eingeschränktem Schlaf sind Werte zwischen Null und zwei üblich. Werte ab sechs zeigen gestörten Schlaf an (Meijman et al., 1988).

7.2.11 Rating Scale Mental Effort

Workload bezieht sich auf die vom Fahrer wahrgenommenen Anforderungen zur Bewältigung einer Verkehrssituation (de Waard, 2005). Obwohl bislang noch keine eindeutige Modellvorstellung über den Zusammenhang zwischen Workload und Unfallverwicklung besteht, steht außer Zweifel, dass sowohl bei zu hohem wie auch bei zu niedrigem Workload Fehler auftreten können, die zu Unfällen führen (Brookhuis & de Waard, 2010).

Die Höhe des Workload kann über drei Zugänge erfasst werden: Verhaltensmaße, Befragung und physiologische Indikatoren (Brookhuis & de Waard, 2001; Brookhuis & de Waard, 2010; de Waard, 2005). Die Rating Scale Mental Effort (RSME; Zijlstra, 1993) ist ein Verfahren zur Workloadmessung durch Befragung. In der verwendeten deutschen Adaptation wurde eine 15cm lange Skala vorgegeben, auf der Bereiche mit unterschiedlichen Intensitäten der Anstrengung markiert waren (Abbildung 11). Die Aufgabe des Probanden bestand darin, den Skalenbereich mit einem waagerechten Strich zu markieren, der der zur Aufgabenbewältigung erforderlichen Anstrengung entsprach. Der Abstand (in cm) zwischen dieser Markierung und dem Nullpunkt der Skala wurde als Workload-Maß verwendet.

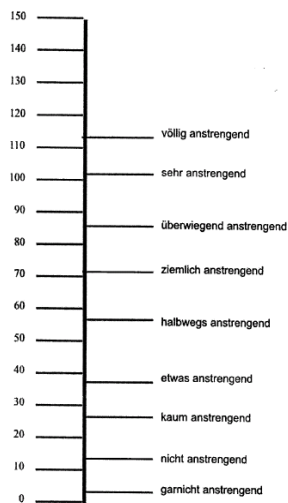


Abbildung 11: Deutsche Adaptation der Rating Scale Mental Effort.

7.3 Computerbasierte Testung

Ausgehend von einer Systembeschreibung des Wiener Testsystems wird im Folgenden zunächst die Auswahl der in dieser Arbeit eingesetzten Testverfahren erläutert. Diese Verfahren werden anschließend beschrieben. Eine weiterführende Beschreibung kann den entsprechenden Handbüchern entnommen werden, auf die jeweils verwiesen wird.

7.3.1 Testsystem

Das Wiener Testsystem ist ein computerbasiertes System zur psychologischen Diagnostik. Für dieses System stehen Tests für unterschiedliche Anwendungsbereiche zur Verfügung, so auch für die Fahreignungsdiagnostik. In deren Rahmen muss die psychische Leistungsfähigkeit mit „geeigneten, objektivierbaren psychologischen Testverfahren“ (BASt, 2010, S. 15) untersucht werden.

Das Test-Set FeV wurde speziell für die Durchführung von Leistungsuntersuchungen nach Anlage 5 Nr. 2 FeV konzipiert. Es umfasst fünf Einzeltests, die den fünf in der Fahrerlaubnisverordnung aufgeführten Leistungsbereichen *Belastbarkeit*, *Orientierungsleistung*, *Konzentrationsleistung*, *Aufmerksamkeitsleistung* und *Reaktionsfähigkeit* zugeordnet werden können. In Tabelle 13 ist diese Zuordnung vorgenommen. Neben den Tests dieses Test-Sets wurden weitere verwendet, die ebenfalls zum Einsatz im Rahmen der Fahreignungsdiagnostik konzipiert wurden.

Tabelle 13: Übersicht der mit den Testverfahren erfassten Leistungsbereiche nach Schuhfried GmbH (2009); für die Tests nach FeV Anlage 5 Nr. 2 ist darüber hinaus die Zuordnung zu den vom Gesetzgeber geforderten Leistungsbereichen angegeben (BASt, 2010).

Testverfahren	Leistungsbereiche	Zuordnung zu Leistungsbereichen nach FeV Anlage 5 Nr. 2 (Schuhfried GmbH, 2009, S. 7)
DT	Belastbarkeit der Aufmerksamkeit Belastungsvermögen	Belastbarkeit
COG	Aufmerksamkeit Konzentration	Konzentrationsleistung
(A)TAVT(MB)	Überblicksgewinnung Beobachtungsfähigkeit	Aufmerksamkeitsleistung
2HAND	Auge-Hand-Koordination Hand-Hand-Koordination	-
VIGIL	Aufmerksamkeit unter Monotoniebedingungen	-
LVT	Orientierungsleistung	Orientierungsleistung
RT	Reaktionsfähigkeit (Reaktionszeit, motorische Zeit)	Reaktionsfähigkeit
WRBTV	Risikobereitschaft	-

Das Testsystem besteht neben einem PC aus einer Probandentastatur, zu sehen in Abbildung 12, Fußpedalen, Kopfhörern und, je nach Systemstand, einem Lichtgriffel zur Eingabe von Antworten am Bildschirm.

Alle Tests werden automatisch in der zuvor festgelegten Reihenfolge dargeboten. Der eigentlichen Testphase gehen dabei immer eine Instruktions- und eine Übungsphase voraus. Die Testphase, in der Daten aufgezeichnet werden, beginnt immer erst dann, wenn in der Übungsphase ein

ausreichendes Leistungsniveau erreicht wurde. Somit wird sichergestellt, dass die Aufgabenstellung vom Probanden verstanden wurde.

Für die Leistungsbewertung gibt das System für jeden Test spezifische Haupt- und Nebenvariablen aus. Diese werden sowohl als Rohwerte als auch als Prozentränge zur Verfügung gestellt. Prozentränge (PR) beschreiben die individuelle Leistung einer Person relativ zu einer Vergleichsgruppe. Sie werden wie folgt interpretiert (z.B. Hergovich, Arendasy, Sommer & Bognar, 2007):

- < 16 = unterdurchschnittliches Ergebnis,
- $16 - 24$ = unterdurchschnittliches bis durchschnittliches Ergebnis,
- $25 - 75$ = durchschnittliches Ergebnis,
- $76 - 84$ = durchschnittliches bis überdurchschnittliches Ergebnis,
- 84 = überdurchschnittliches Ergebnis.

Um Zweifel an der psychischen Leistungsfähigkeit auszuräumen, muss gemäß FeV ein Prozentrang von 16 erreicht oder überschritten werden (BAST, 2010). Ist dies der Fall, gilt ein Test als bestanden.



Abbildung 12: Probandentastatur des Wiener Testsystems.

7.3.2 Auswahl der Testverfahren

Bei der Zusammenstellung der Einzeltests und bei der Entscheidung über die Testformen, wurden mehrere Aspekte berücksichtigt:

- Die Vorgaben in Anlage 5 Nr. 2 zur FeV,
- die Tests, die in den bereits publizierten Studien zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten (siehe dazu Kapitel 5.2.5) verwendet wurden,
- das Ziel, Vergleiche mit Leistungsmaßen aus dem Fahrversuch durchführen zu können und
- die Empfehlungen des Herstellers.

Wie in Kapitel 5.2.5 dargestellt, wurden auch in einigen der bereits publizierten Studien Tests des Wiener Testsystems eingesetzt. In diesen Arbeiten wurden jedoch nicht alle Tests vorgegeben, die nach den Angaben des Herstellers (Schuhfried GmbH, 2009) notwendig sind, um alle fünf Leistungsbereiche abzudecken. Um dies zu berücksichtigen, wurden in der vorliegenden Arbeit mehr Tests als in den bereits publizierten Studien verwendet.

Cognitrone (COG), Determinationstest (DT), Linienverbindungstest (LVT), Reaktionstest (RT) und Tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest (TAVT) decken die Anforderungen der FeV ab. Sie gehören zum Test-Set FeV und dienen der Abklärung der fahrsicherheitsrelevanten Leistung. Der

Test zur Zweihand-Koordination (2HAND) wurde auch in den publizierten Studien zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten verwendet (z.B. Dagtekin et al., 2007) und deshalb auch in der vorliegenden Arbeit eingesetzt. Er erfasst die visuomotorische Koordination zwischen Auge und Hand, ähnlich dem Road-tracking Test. Somit eignet sich dieser Test für den Vergleich zwischen computerbasierter Testung und Fahrversuch. Da aus dem Car-following Test ebenfalls Reaktionszeitmaße abgeleitet werden, bietet sich hier der Vergleich zum Reaktionstest (RT) an, der Bestandteil des Test-Set FeV ist. In den publizierten Studien wurde weiterhin der Vigilanztest (VIGIL) eingesetzt. Auch er ist kein Bestandteil des Test-Sets FeV. Da die Vigilanzminderung aber eine der häufigen Nebenwirkungen von Opioiden ist (Mutschler et al., 2001), wurde dieser Test auch in der vorliegenden Arbeit verwendet. Für den Einsatz dieses Tests sprach ferner, dass auch beim Road-tracking Test die Aufmerksamkeit unter monotonen Bedingungen aufrechterhalten werden muss. Somit erscheint hier ein Leistungsvergleich zwischen Fahrversuch und computerbasierter Testung sinnvoll.

Opioide können, zumindest initial, Angstgefühle reduzieren und die Stimmungslage erhöhen (Mutschler et al., 2001), was Auswirkungen auf die Risikobereitschaft haben kann. Eine geringere Risikobereitschaft kann auch geeignet sein, mögliche Leistungsdefizite auszugleichen. Auf diesem Hintergrund wurde zusätzlich der Wiener Risikobereitschaftstest Verkehr (WRBTV) verwendet. Dieser Test ist weder Bestandteil des Test-Sets FeV noch wurde er in den zuvor publizierten Studien verwendet. In Tabelle 14 sind die Tests der eigenen Studien den Tests aus den publizierten Arbeiten zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten sowie den Tests des Test-Set FeV gegenübergestellt. Tabelle 15 zeigt, welche Testformen vom Hersteller für das Test-Set FeV vorgeschlagen werden und welche in dieser Arbeit verwendet wurden.

Tabelle 14: Verwendete Tests in den publizierten und der eigenen Patientenstudie im Vergleich zum Test-Set FeV (Schuhfried GmbH, 2009).

Test	Studien 2 & 3	Publizierte Studien (z.B. Dagtekin et al., 2007)	Test-Set FeV (Schuhfried GmbH, 2009)
2HAND	X	X	-
COG	X	X	X
DT	X	X	X
LVT	X	-	X
RT	X	-	X
TAVT	X	X	X
VIGIL	X	X	-
WRBTV	X	-	-

Tabelle 15: Verwendete Tests und Testformen in den eigenen Studien und Tests und Testformen des Test-Sets FeV.

Test	Test-Set FeV	Studien 2 und 3	Studie 1
2HAND	-	S3	-
COG	S11	S11	S11
DT	S1	S2	S2
LVT	S3	S3	S3
RT	S3	S3	S3
TAVT	ATAVT S1	TAVTMB S1	ATAVT S1
VIGIL	-	S1	S1
WRBTV	-	WRBTV	-

7.3.3 Beschreibung der eingesetzten Testverfahren

Beim **Determinations Test** (DT) handelt es sich um einen Mehrfachreiz-Reaktionstest, bei dem die Aufgabe des Probanden darin besteht, die den akustischen (hoher Ton, tiefer Ton) und optischen Reizen (weiß, gelb, rot, grün und blau; siehe Abbildung 13) zugeordneten Tasten auf der Probandentastatur, zu sehen in Abbildung 12, möglichst schnell zu drücken. Zwei weitere optische Reize am linken und rechten Bildschirmrand sind den Fußpedalen zugeordnet. Die Testformen unterscheiden sich im Wesentlichen nach der Zeitsteuerung der Reizdarbietung. Der Test dient der Erfassung der „reaktiven Belastbarkeit sowie der damit verbundene Reaktionsfähigkeit“ (Neuwirth & Benesch, 2007, S. 4). Mit Hilfe der adaptiven Testformen wird vor allem die „... Belastbarkeit des Aufmerksamkeits- und Reaktionsvermögens“ (Neuwirth & Benesch, 2007, S. 16) erfasst.

In den eigenen Studien wurde die Testform S2 eingesetzt, während der Hersteller des Testsystems die Verwendung der Testform S1 vorschlägt. Beide Testformen unterscheiden sich jedoch nur in Bezug auf die Länge. Testform S1 ist die Kurzform von S2. Beide Testformen sind adaptiv, d.h. die Geschwindigkeit der Reizdarbietung richtet sich nach der Reaktionsgeschwindigkeit des Probanden. Bei beiden Testformen wird die Hauptvariable „Anzahl richtige Reaktionen“ ausgegeben und zur Leistungsbeschreibung herangezogen. Probanden, die einen hohen Prozentrang in dieser Hauptvariablen erreichen, sind sehr gut in der Lage, bei einfachen Aufgaben schnell und korrekt zu reagieren (Neuwirth & Benesch, 2007). Die Testdauer beträgt etwa 10 Minuten.

Mit **Cognitrone** (COG) werden Aufmerksamkeit und Konzentration erfasst (Wagner & Karner, 2008). Die Aufgabe besteht darin, abstrakte geometrische Figuren zu vergleichen (siehe Abbildung 14). Die verschiedenen Testformen unterscheiden sich danach, ob die Bearbeitungszeit frei oder vorgegeben ist und nach der Komplexität der zu vergleichenden Muster. In der eigenen Studie wurde die Testform S11 verwendet, die auch vom Hersteller des Testsystems vorgeschlagen wird. In früheren Publikationen zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten wurde Testform S4 verwendet. Bei beiden Testformen werden dieselben Figuresätze vorgegeben, jedoch ist S11 eine Kurzform. Allerdings unterscheidet sich die Art der Aufgabendarbietung: während die Bearbeitungszeit bei Testform S11 frei ist, wird bei Testform S4 nach jeweils 1.8 Sekunden ein neuer Figuresatz dargeboten. Entsprechend unterscheiden sich die zur Leistungsbewertung ausgegebenen Hauptvariablen. Bei Testform S11 wird die durchschnittliche Zeit ausgegeben, die ein Proband benötigt, um korrekt zu erkennen, dass die zu vergleichende Figur mit keiner der übrigen übereinstimmt. Probanden, die einen niedrigen Prozentrang in dieser Hauptvariable, die als „mittlere Zeit korrekte Zurückweisung“ bezeichnet wird, erzielen, verfügen über ein geringes Ausmaß an selektiver Aufmerksamkeit (Wagner & Karner, 2008). Die Bearbeitungsdauer liegt bei 10 Minuten.

Der **Tachistoskopische Verkehrsauffassungstest** (TAVTMB) dient der „Überprüfung der visuellen Beobachtungsfähigkeit und der Überblicksgewinnung sowie der visuellen Orientierungsleistung und der Auffassungsgeschwindigkeit“ (Schuhfried, 2009, S. 3). Dazu werden kurzzeitig Bilder von Verkehrsszenarien gezeigt (Abbildung 15). Unmittelbar im Anschluss muss dann angegeben werden, was in den Verkehrssituationen zu sehen war. In den eigenen Studien kam sowohl der TAVTMB als auch der ATAVT zum Einsatz. Bei ersterem handelt es sich um eine Vorgängerversion, die ersetzt wurde, da die Bilder der Verkehrsszenarien nicht mehr zeitgemäß waren. In Bezug auf Inhalte und psychometrische Merkmale gelten beide Testformen als äquivalent (Schuhfried, 2009). Beim ATAVT erfolgt die Vorgabe der Verkehrsszenarien jedoch adaptiv, d.h. die Schwierigkeit der Verkehrsszenarien wird an die Leistung des Probanden angepasst.

Die Hauptvariable, die zur Leistungsbewertung herangezogen wird, unterscheidet sich zwar zwischen den Testversionen geringfügig, wird jedoch bei beiden mit „Überblicksgewinnung“ bezeichnet. Auch wird sie inhaltlich identisch interpretiert. Probanden, die einen hohen Prozentrang

erreichen, verfügen über eine gut ausgeprägte Fähigkeit, Situationen schnell und genau zu erfassen (Schuhfried, 2009). Für die Bearbeitung werden etwa 14 Minuten benötigt.

Zweihand Koordination (2HAND) erfasst die Fähigkeit zur Auge-Hand-Koordination und zur Koordination zwischen beiden Hände bei kleinräumigen Bewegungen (Puhr, 2008a). Die Aufgabe besteht darin, einen roten Punkt mit Hilfe von zwei Hebeln oder zwei Drehreglern auf einer vorgegebenen Bahn zu bewegen (Abbildung 16). Mit einem Hebel bzw. Drehregler lässt sich der Punkt dabei in horizontaler Richtung bewegen, mit dem anderen in vertikaler Richtung. Die Testformen unterscheiden sich nach der Anzahl der Durchgänge und danach, ob die Steuerung über die Drehregler oder die Hebel erfolgt. In der eigenen Studie mit Patienten kam die Version S3 (Steuerung über Drehregler, 4 Durchgänge) zum Einsatz. In früheren Publikationen zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten (z.B. Sabatowski et al., 2003) wurden Testformen verwendet, bei denen die Steuerung über die Hebel erfolgte. Dies hat sich in der praktischen Durchführung jedoch nicht bewährt.

Für alle Testformen werden drei Hauptvariablen ausgegeben. „Mittlere Dauer gesamt“ entspricht der durchschnittlichen, für das Durchlaufen der Bahn benötigten Zeit. „Mittlere Fehlerdauer gesamt“ beschreibt den Zeitanteil, den der Punkt außerhalb der Bahn geführt wurde. Zusätzlich wird das Verhältnis zwischen der Gesamtdauer und der Fehlerdauer ausgegeben („Prozent Fehlerdauer gesamt“). Personen, die einen hohen Prozentrang in der Variable „Mittlere Dauer gesamt“ erreichen, sind sehr gut dazu in der Lage, visuelle Informationen über die Lage des Punktes in feinmotorische Bewegungen umzusetzen. Wird auch eine hoher Prozentrang in den beiden übrigen Hauptvariablen erzielt, spricht dies dafür, dass auch kleinste Abweichungen sehr gut in kompensatorische Bewegungen umgesetzt werden können (Puhr, 2008a). Die Bearbeitungszeit beträgt bei der Testform S3 vier Minuten.

Der **Linienverfolgungstest** (LVT) dient der „Überprüfung der selektiven Aufmerksamkeit und der Orientierungsleistung im visuellen Bereich ...“ (Biehl, 2008, S. 3). Die Aufgabe besteht darin, in einem Wirrwarr von Linien so schnell als möglich das Ende einer markierten Linie zu finden (Abbildung 17). Die Betrachtungsdauer einer Aufgabe wird vom Probanden selbst bestimmt, ist aber zeitlich begrenzt. Von diesem Test stehen drei Testformen zur Verfügung, die sich hinsichtlich der Anzahl der zu bearbeitenden Aufgaben unterscheiden. Verwendet wurde die Screeningform S3.

Die Hauptvariable „Score“ gibt die Anzahl der Aufgaben an, die innerhalb der verfügbaren Zeit richtig gelöst wurden. Sie berücksichtigt somit sowohl die Güte als auch die Geschwindigkeit der Bearbeitung. Ein hoher Prozentrang zeigt eine „... schnelle und genaue Wahrnehmungsleistung im Sinne einer Überblicksgewinnung...“ (Biehl, 2008, S. 7) an. Zur Bearbeitung sind etwa neun Minuten nötig.

Mit dem **Reaktionstest** (RT) werden Reaktionszeiten erfasst. Die Reaktionszeit ist dabei als Zeitspanne zwischen Reizdarbietung und motorischer Reaktion definiert (Prieler, 2008). Von diesem Test sind mehrere Testformen verfügbar, die sich hinsichtlich der Art der Reizdarbietung und der Dauer der Testung unterscheiden. In den eigenen Studien wurde die Testform S3 eingesetzt. Bei dieser Testform werden, in zufälliger Abfolge, ein roter oder ein gelber Punkt, ein Ton sowie Kombinationen aus einem dieser optischen Reize und dem Ton dargeboten. Mit Hilfe einer berührungssensitiven „Ruhetaste“ kann zwischen Reaktionszeit und motorischer Zeit unterschieden werden. Auf dieser Taste muss der Proband so lange mit seinem Finger verweilen, bis der Zielreiz (gelber Punkt zusammen mit dem Ton; siehe Abbildung 18) dargeboten wird. Dies muss dann durch Drücken einer Taste quittiert werden. Die Reaktionszeit entspricht dabei der Zeit zwischen der Reizdarbietung und dem Verlassen der Ruhetaste, die motorische Zeit entspricht der Zeit zwischen dem Verlassen der Ruhetaste und dem Drücken der Zieltaste.

Für diesen Test werden die beiden Hauptvariablen „Mittlere Reaktionszeit [msec]“ und „Mittlere motorische Zeit [msec]“ ausgegeben. Ein hoher Prozentrang auf der Hauptvariablen „Mittlere Reaktionszeit“ zeigt an, dass der Proband gut in der Lage ist, angemessen auf relevante Reizkonstellationen zu reagieren. Ein hoher Prozentrang auf der zweiten Hauptvariablen zeigt an, dass ein Proband geplante Reaktionen schnell motorisch umsetzen kann (Prieler, 2008). Zur Durchführung werden sechs Minuten benötigt.

Der **Vigilanz Test** (VIGIL) misst die „... Aufmerksamkeitsleistung bei Dauerbeanspruchung im Sinne von anhaltender Wachsamkeit in einer reizarmen Beobachtungssituation“ (Puhr, 2008b, S. 3). Es wird also gemessen, in wie weit eine Person in der Lage ist, die Aufmerksamkeit unter monotonen Bedingungen aufrechtzuerhalten. Die verfügbaren Testformen unterscheiden sich hinsichtlich der Reizdarbietung und der Bearbeitungsdauer. In der vorliegenden Arbeit wurde die Testform S1 eingesetzt. Während der Testung wird dabei auf dem Bildschirm ein Kreis angezeigt, der aus einzelnen Punkten besteht (Abbildung 19). Diese Punkte leuchten nacheinander im Uhrzeigersinn hell auf. Von Zeit zu Zeit wird einer der Punkte übersprungen. Die Aufgabe des Probanden besteht darin, diese Auslassungen zu erkennen und mit dem Drücken einer Taste auf der Probandentastatur zu quittieren. Zu diesem Test gibt das System drei Hauptvariablen aus:

- Anzahl Richtige = Gesamtzahl der korrekt erkannten Auslassungen,
- Anzahl Falsche = Gesamtzahl der irrtümlich erkannten Auslassungen und
- Mittelwert der Reaktionszeit Richtige = Durchschnittliche Reaktionszeit in Sekunden bei den korrekt erkannten Auslassungen.

Personen, die einen hohen Prozentrang in der Hauptvariablen „Anzahl Richtige“ erreichen, können ihre Aufmerksamkeit in monotonen Situationen sehr lange aufrechterhalten (Puhr, 2008b). Die Hauptvariable „Anzahl Falsche“ ist eher ein Indikator für das Verständnis der Instruktion und die Motivation zur Aufgabenerfüllung. Ein hoher Prozentrang in der Variablen „Mittelwert der Reaktionszeit Richtige“ zeigt an, dass ein Proband sehr gut dazu in der Lage ist, die Aufmerksamkeit unter monotonen Bedingungen lange aufrechtzuerhalten (Puhr, 2008b). Die Bearbeitungsdauer liegt bei ca. 30 Minuten.

Der **Wiener Risikobereitschaftstest Verkehr** (WRBTV) dient der Erfassung der Risikobereitschaft in potentiell riskanten Verkehrssituationen (Hergovich & Arendasy, 2007). Dazu werden Filmsequenzen von riskanten Fahrmanövern (z.B. ein Überholvorgang wie in Abbildung 20) dargeboten. Die Aufgabe des Probanden besteht darin, die Darbietung der Filmsequenz zu unterbrechen, sobald das Fahrmanöver kritisch wird bzw. vom Probanden abgebrochen werden würde. Der zeitliche Abstand zum Gefahrenmoment (im Beispiel zu dem sich annähernden Gegenverkehr), zu dem die Darbietung unterbrochen wurde, wird als Maß für die Risikobereitschaft herangezogen.

Die Hauptvariable gibt den über alle dargebotenen Verkehrssituationen gemittelten Wert an. Ein hoher Prozentrang ist Ausdruck einer niedrigen Risikobereitschaft. Personen, die einen hohen Prozentrang erreichen, nehmen in Verkehrssituationen demnach ein niedrigeres Risiko in Kauf als Personen, die einen niedrigen Prozentrang erreichen (Hergovich & Arendasy, 2007). Der Test erfordert ca. 18 Minuten für die Bearbeitung.

Tabelle 16: Screenshots der eingesetzten Tests.

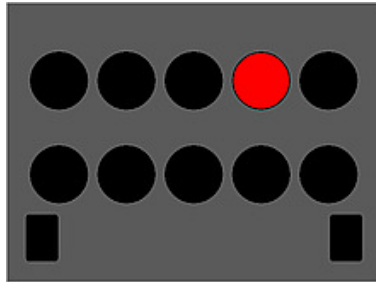


Abbildung 13: DT.

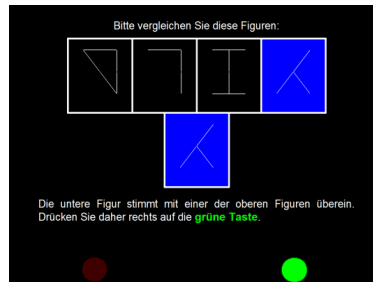


Abbildung 14: COG.



Abbildung 15: TAVT.

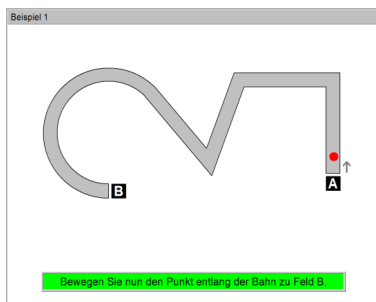


Abbildung 16: 2HAND.

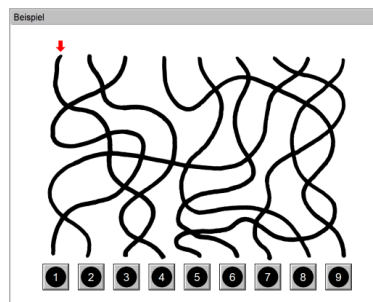


Abbildung 17: LVT.

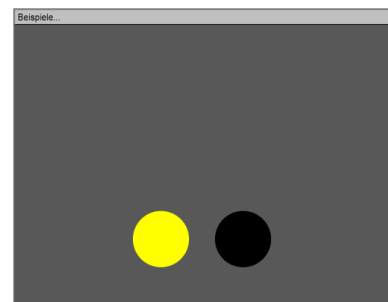


Abbildung 18: RT.

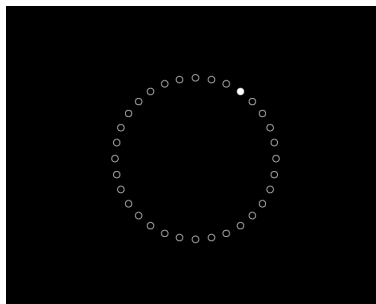


Abbildung 19: VIGIL.



Abbildung 20: WRBTV.

7.3.4 Datenaufbereitung und Auswertung

Es wurden zwei Auswertungsansätze umgesetzt, wobei immer auf die in Prozentränge umgerechneten Hauptvariablen zurückgegriffen wurde. Die Beschränkung auf die Betrachtung der Hauptvariablen orientiert sich an den Herstellervorgaben (Schuhfried GmbH, 2009). In den bereits publizierten Studien wurden auch andere Vorgehensweisen gewählt. So wurden zum Teil andere Tests verwendet als die, die nach den Herstellervorgaben erforderlichen sind, um die fünf in der FeV genannte Leistungsbereich zu erfassen. Außerdem wurden zur Leistungsbeschreibung teilweise auch andere Parameter als die Hauptvariablen herangezogen (u.a. Brunnauer et al., 2008; Brunnauer, Laux, Geiger, Soyka & Moller, 2006; Dagtekin et al., 2007; Sabatowski et al., 2003).

7.3.4.1 Auswertung nach FeV

Die fünf Tests des Test-Sets FeV decken die fünf in der FeV und in den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahrereignung (BAST, 2010) aufgeführten psychischen Leistungsbereiche ab, hinsichtlich derer Fahrer keine Leistungsmängel aufweisen dürfen (Schuhfried GmbH, 2009). Entsprechend wurden auch bei diesem Auswertungsansatz ausschließlich diese fünf Tests (DT, COG, ATAVT bzw. TVTMB, LVT und RT) berücksichtigt (siehe auch Tabelle 17 für einen Überblick der Hauptvariablen). Erzielte ein Proband in einem der Test einen Prozentrang größer oder gleich 16, wurde der Test, entsprechend den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahrereignung (BAST, 2010), als bestanden betrachtet. Die Fahrereignung wurde, entsprechend diesen Vorgaben, als gegeben angesehen, wenn in allen Hauptvariablen aller fünf Tests ein Prozentrang größer oder gleich 16 erzielt wurde.

7.3.4.2 Gesamtscore und Einzelbetrachtung der Prozentränge

Zusätzlich zu dieser Auswertung gemäß FeV, bei der nur eine dichotome Betrachtung angestellt wurde, wurde aus den Hauptvariablen aller acht durchgeführten Tests ein Gesamtscore ermittelt. Dieser wurde durch Bildung des Durchschnittswerts aus den in Prozentränge umgerechneten Rohwerten der jeweiligen Hauptvariablen ermittelt (Tabelle 17). Bei den Tests mit mehreren Hauptvariablen (2HAND, VIGIL und RT) wurde der durchschnittliche Prozentrang aus den Hauptvariablen desselben Tests gebildet und nur dieser in den Gesamtscore einbezogen. Die Nebenvariablen blieben stets unberücksichtigt. Im Sinne einer hierarchischen Testprozedur wurden zunächst Gruppenvergleiche für diesen Gesamtscore durchgeführt. Zeigten sich hier signifikante Unterschiede, wurden auch Gruppenvergleiche auf Ebene der einzelnen Tests durchgeführt. Aufgrund dieser geschlossenen Testprozedur wurde keine Adjustierung des α -Niveaus vorgenommen.

Tabelle 17: Hauptvariablen der Tests unter Nennung der im Weiteren verwendeten Abkürzungen; angegeben ist ferner, welche der Hauptvariablen bei der Auswertung nach FeV berücksichtigt (FeV) und welche in den Gesamtscore (Score) einbezogen wurden.

Test	Beschreibung	Abkürzung	FeV	Score
DT	Anzahl richtige Reaktionen	DTHV	X	X
COG	Mittlere Zeit korrekte Zurückweisung	COHV	X	X
ATAVT	Überblicksgewinnung	ATHV	X	X
TAVTMB	Überblicksgewinnung	TAHV	X	X
2HAND	Mittlere Dauer gesamt	2HHV1		X
	Mittlere Fehlerdauer gesamt	2HHV2		X
	Prozent Fehlerdauer gesamt	2HHV3		X
VIGIL	Anzahl Richtige	VIHV1		X
	Anzahl Falsche ⁷	VIHV2		
	Mittelwert der Reaktionszeit Richtige	VIHV3		X
LVT	Score	LVHV	X	X
RT	Mittlere Reaktionszeit (msec.)	RTHV1	X	X
	Mittlere motorische Zeit (msec.) ⁸	RTHV2		X
WRBTV	Risikobereitschaft in Verkehrssituationen	WRHV		X

⁷ wird nicht in die Berechnung des Scores einbezogen, da es sich dabei nur um eine Kontrollvariable handelt, anhand derer das Verständnis der Instruktion und die Motivation zur Bearbeitung zum Ausdruck kommen Puhr (2008b).

⁸ Diese Hauptvariable wird bei der Auswertung nach FeV gemäß den Herstellervorgaben nicht berücksichtigt Schuhfried GmbH (2009).

7.4 Fahrversuch

Beim Fahrversuch wurden zwei Messfahrzeuge eingesetzt. Fahrzeug 1 war der eigentliche Versuchsträger, in dem die Probanden fuhren. In diesem Fahrzeug wurden sämtliche Bedieneingaben des Fahrers sowie alle Größen der Fahrzeugbewegung und der Fahrzeugposition erfasst und gespeichert. Nur beim Car-following Test kam ein zweites Fahrzeug (Fahrzeug 2) zum Einsatz, das von einem Untersuchungsleiter gefahren wurde. Über eine WLAN-Verbindung konnten Daten von Fahrzeug 2 zu Fahrzeug 1 übertragen und dort zeitsynchron gespeichert werden.

7.4.1 Messfahrzeuge

Der Versuchsträger (Fahrzeug 1) war ein VW Passat Variant Baujahr 2006 mit einer Motorleistung von 77kW. Das Fahrzeug war mit einem Schaltgetriebe und einer Fahrschulpedalerie ausgestattet. Die Messtechnik befand sich im Kofferraum (Abbildung 21) und wurde von einer zusätzlichen Batterie, auch bei ausgeschaltetem Motor, mit Strom versorgt. Für die Datenaufzeichnung wurde das Datenerfassungssystem von Dewetron (DEWE-2010; Dewesoft Version 6.6.5) eingesetzt. Der Rechner in diesem Fahrzeug konnte zum Datenaustausch über eine WLAN-Verbindung mit dem Rechner in Fahrzeug 2 gekoppelt werden. Für die zeitliche Synchronisation der Daten wurde das GPS-Signal genutzt.



Abbildung 21: Messtechnik im Kofferraum von Fahrzeug 1.



Abbildung 22: Position des Abstandsradars (mittig) und der Zeilenkamera (rechts) an der Frontseite von Fahrzeug 1.

Die Erfassung der Bedieneingaben des Fahrers (Lenkradwinkel, Bremspedalstellung, Blinker etc.) und der Bewegungen des Fahrzeugs (Geschwindigkeit, Querbefleunigung, Längsbefleunigung etc.) erfolgte über die fahrzeugeigene Sensorik, deren Daten dazu aus dem CAN-Bus abgegriffen wurden. Für die Erfassung des Abstands zu vorausfahrenden Fahrzeugen wurde das Fahrzeug nachträglich mit einem Radarsensor ausgestattet (Abbildung 22). Dieser Sensor lieferte 10 Messwerte pro Sekunde und hatte eine maximale Reichweite von 150m. Die Position des Fahrzeugs innerhalb der Fahrspur wurde mit Hilfe einer Zeilenkamera erfasst. Diese befand sich ebenfalls am Kühlergrill (Abbildung 22) und tastete den Bereich 2m vor dem Fahrzeug ab (Abbildung 23). Von der Fahrzeugmitte aus gesehen konnte die Markierungslinie bis zu einem seitlichen Abstand von 4.5m erfasst werden. Die Position des Mittelstreifens wurde über dessen Kontrastverhältnis zum dunkleren Fahrbahnbelag detektiert. Aufgrund des verwendeten Algorithmus konnten nur unterbrochene Fahrbahnmarkierungen erfasst werden. Die Auflösung der Zeilenkamera betrug 11 Bit (2048 Schritte), was im Erfassungsbereich etwa 3mm entsprach. Die Datenerfassungsrate war von der Belichtungszeit abhängig und damit von der Helligkeit der Umgebung. Da es sich bei dem System um ein optisches System handelte, konnte die Spurposition nur bei Tageslicht erfasst

werden. Bei starkem Regen, ungünstiger Sonneneinstrahlung oder auf einer Schneedecke war keine Erfassung möglich. Vor dem Einsatz im Fahrversuch wurde das System stationär kalibriert, indem ein Balken, dessen Breite der von Markierungslinien auf Autobahnen entsprach, links neben dem Fahrzeug, wie in Abbildung 23 zu sehen, verschoben wurde.

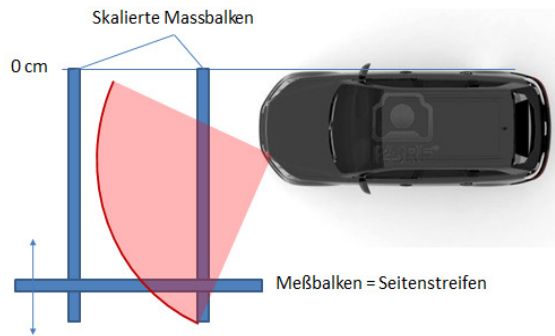


Abbildung 23: Anordnung zur Kalibration der Zeilenkamera in Fahrzeug 1 (Bild: Gif GmbH).



Abbildung 24: Anzeige zur Online-Überwachung und Steuerung der Datenaufzeichnung (Dewesoft 6.6.5).

Die Messtechnik konnte über ein an der Rückseite des Beifahrersitzes angebrachtes Display mit zugehöriger Tastatur gesteuert und überwacht werden. Über die Funktionstasten war es möglich, im Datenfile Marker zu setzen. Diese wurden später bei der Auswertung verwendet, um das Gesamtfile in Abschnitte einzuteilen. Diese Markerpositionen wurden über eine digitale Schnittstelle auch an das EEG-System übergeben und konnten zur späteren Synchronisierung beider Datensätze verwendet werden (nur relevant für Studie 5).

Für die Durchführung des Car-following Test war ein zweites Fahrzeug erforderlich. Auch bei diesem handelte es sich um einen VW Passat Variant mit Schaltgetriebe, jedoch älteren Baujahrs (1992) mit 85kW Motorleistung. Auch in diesem Fahrzeug wurde die fahrzeugeigene Sensorik genutzt, um die Größen der Fahrzeugbedienung und der Fahrzeugbewegung zu erfassen.

Das Fahrzeug wurde zusätzlich mit einer speziellen Geschwindigkeitsregelanlage ausgestattet, mit deren Hilfe das Fahrzeug ein zuvor festgelegtes Geschwindigkeitsprofil fahren konnte. Für die Durchführung des Car-following Test (vgl. Kap. 7.4.2.2) wurde diese Anlage so programmiert, dass das Fahrzeug, initiiert durch den Versuchsleiter, in einem Zyklus von 25 Sekunden, zunächst die Ausgangsgeschwindigkeit um 10% reduzierte und dann, ebenfalls innerhalb von 25 Sekunden, wieder auf die Ausgangsgeschwindigkeit beschleunigte. Abbildung 25 zeigt drei solcher Zyklen im Vergleich zwischen diesem Fahrzeug und Daten des von der Universität Maastricht verwendeten Messfahrzeugs, das hier als Referenz diente. Beginn und Ende eines solchen Geschwindigkeitsänderungszyklus, dessen Gesamtdauer immer genau 50 Sekunden betrug, wurden in der Datenaufzeichnung markiert.

Über eine zusätzliche Einrichtung konnte der Versuchsleiter in diesem Fahrzeug die Bremsleuchten aufleuchten lassen, ohne dazu das Bremspedal zu betätigen. Die Fahrgeschwindigkeit änderte sich dabei nicht. Der Zeitpunkt, zu dem der Versuchsleiter das Aufleuchten der Bremslichter initiierte, wurde ebenfalls im Datenfile markiert. Dieses Aufleuchten der Bremslichter wird im Folgenden als Bremsereignis bezeichnet.

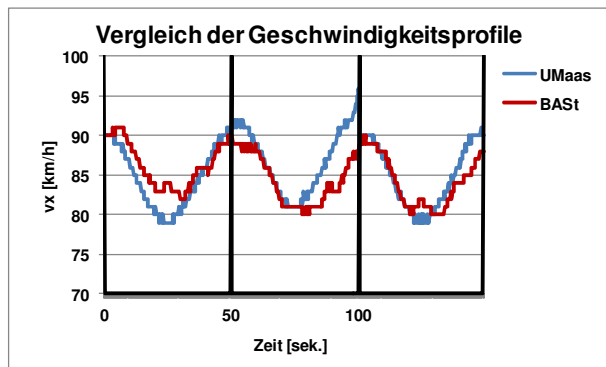


Abbildung 25: Geschwindigkeitsprofile von Fahrzeug 2 (BAST) und dem Messfahrzeug der Universität Maastricht (UMaas) im Vergleich.

7.4.2 Fahrmanöver und Leistungsparameter

Die Fahrversuche wurden in Kooperation mit der Universität Maastricht in Maastricht durchgeführt. Das Universitätsgebäude war Ausgangspunkt und Endpunkt aller Fahrten. Für den Road-tracking Test (siehe Kap. 7.4.2.1) und den Car-following Test (siehe Kap. 7.4.2.2) wurden zwei unterschiedliche Autobahnabschnitte genutzt. Beide Autobahnabschnitte verfügten über vier Fahrstreifen mit baulich getrennten Richtungsfahrbahnen. Wie in den Niederlanden üblich, war die Geschwindigkeit auf diesen Strecken auf 120km/h begrenzt. Im Folgenden wird die Durchführung der beiden Prüfmanöver beschrieben und es werden die zur Leistungsbewerten herangezogenen Parameter erläutert.

7.4.2.1 Road-tracking Test

Der Road-tracking Test (O'Hanlon, 1984) wurde gemäß dem üblichen Vorgehen (Verster & Ramaekers, 2009) durchgeführt. Er bestand aus einer einstündigen Autobahnfahrt bei der es die Aufgabe des Fahrers war, möglichst konstant mit 95km/h auf dem rechten Fahrstreifen zu fahren. Dabei sollte das Fahrzeug gerade, d.h. möglichst parallel zu den Markierungslinien gesteuert werden. Die Markierungslinien sollten dabei nicht überfahren werden. Langsamere Fahrzeuge durften überholt werden, um die Geschwindigkeitsvorgabe einzuhalten. Für den Überholvorgang war es erlaubt, die Geschwindigkeit vorübergehend zu erhöhen. Diese sollte nach dem Überholvorgang jedoch so bald als möglich wieder auf die Zielgeschwindigkeit reduziert werden. Ferner wurden die Fahrer angewiesen, nach dem Überholen möglichst bald wieder auf die rechte Spur zu wechseln.

Der Leistungsparameter für dieses Manöver ist die Standardabweichung der Querposition (= Standarddeviation of Lateral Position; kurz SDLP), die Abbildung 26 veranschaulicht. Sie ist ein Maß für die Genauigkeit der Spurhaltung und nimmt umso höhere Werte an, je stärker der Fahrer beim Fahren schwankt. Der Road-tracking Test wurde für die Wirkung von Alkohol kalibriert. Eine Blutalkoholkonzentration von 0.5‰ führte in dieser Studie, verglichen mit nüchternem Fahren, zu einer Erhöhung der SDLP um 2.4cm (Louwerens, Gloerich, De Vries, Brookhuis & O'Hanlon, 1987).

Neben der SDLP werden für dieses Prüfmanöver noch standardmäßig die Durchschnittsgeschwindigkeit sowie die Standardabweichung der Geschwindigkeit betrachtet (Verster & Ramaekers, 2009). Die Durchschnittsgeschwindigkeit dient dabei lediglich als Kontrollvariable, anhand derer geprüft wird, wie genau die Geschwindigkeitsvorgabe eingehalten wurde.

Die Fahrdauer betrug, entsprechend den Vorgaben, etwa eine Stunde. In der vorliegenden Studie wurde dazu ein Autobahnabschnitt zwischen zwei Anschlussstellen befahren, wobei die Autobahn jeweils an den entsprechenden Anschlussstellen verlassen und dann in die entgegengesetzte Richtung wieder befahren wurde (siehe Kapitel 7.4.2.3).

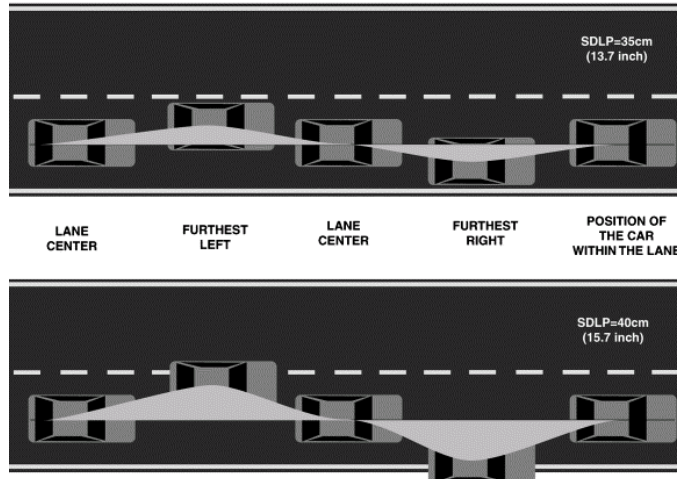


Abbildung 26: Veranschaulichung der Standardabweichung der lateralen Position (Verster, Volkerts & Verbaten, 2002, S. 263).

7.4.2.2 Car-following Test

Für die Durchführung des Car-following Test (Brookhuis et al., 1994; Ramaekers et al., 2002) waren beide Fahrzeuge erforderlich. Das vorausfahrende Fahrzeug wurde dabei von einem Untersuchungsleiter gefahren. Die Probanden hatten die Aufgabe, diesem Fahrzeug mit konstantem Abstand zu folgen. Unter Anleitung des Fahrlehrers wurde ein Abstand von 50m hergestellt, was bei der Zielgeschwindigkeit von 95km/h in etwa einer Zeitlücke von zwei Sekunden entspricht. Nach dem Auffahren auf die Autobahn fuhren beide Fahrzeuge zunächst mit gleicher Geschwindigkeit. Von Zeit zu Zeit veränderte der Versuchsleiter im vorausfahrenden Fahrzeug seine Geschwindigkeit mit Hilfe des modifizierten Tempomats (siehe dazu Kapitel 7.4.1). Um den Abstand bei dieser halbsinusförmigen Geschwindigkeitsänderung konstant zu halten, musste der Proband im nachfolgenden Fahrzeug seine Fahrgeschwindigkeit anpassen.

In der vorliegenden Studie wurden, verteilt über die Strecke und unter Berücksichtigung der Verkehrsverhältnisse, acht solcher Geschwindigkeitsänderungszyklen durchgeführt. Zwischen diesen aktivierte der Untersuchungsleiter über eine entsprechende Einrichtung im Fahrzeug von Zeit zu Zeit die Bremsleuchten (siehe dazu ebenfalls Kapitel 7.4.1), was im Weiteren als Bremsereignisse bezeichnet wird. Der Proband war zuvor instruiert worden, beim Aufleuchten der Bremslichter so schnell als möglich den Fuß vom Gaspedal zu nehmen. Verteilt über die Strecke war die Durchführung acht solcher Bremsereignisse vorgesehen.

Sowohl die Abfolge als auch der Ort, an dem diese Ereignisse initiiert werden sollten, war in einem Ablaufprotokoll genau vorgegeben. Da diese Manöver aber immer erst dann initiiert werden durften, nachdem beide Fahrzeuge für mindestens zwei Sekunden mit der Zielgeschwindigkeit von 95km/h hintereinander gefahren waren, und keine Behinderung durch andere Fahrzeuge zu erwarten war, durfte der Versuchsleiter von den Vorgaben abweichen, sofern die Verkehrssituation dies erforderte. Der Car-following Test dauerte etwa 25 Minuten.

Aus dem Car-following Test wurden, entsprechend den einschlägigen Publikationen (Brookhuis et al., 1994; Ramaekers et al., 2002) zwei Reaktionszeitmaße berechnet. Zum einen wurde der

Zeitverzug zwischen der Geschwindigkeitsänderung des vorausfahrenden Fahrzeugs und der Geschwindigkeitsanpassung durch den Probanden bestimmt. Dieser Parameter wird im Weiteren als Time to Speed Adaption (Zeitdauer zur Geschwindigkeitsanpassung), kurz TSA, bezeichnet. Zu den Bremsereignissen wurde die Zeitdifferenz zwischen dem Aufleuchten der Bremslichter des vorausfahrenden Fahrzeugs und dem Loslassen des Gaspedals durch den Probanden ermittelt. Dieses Reaktionszeitmaß wird im Folgenden mit Reaction Time (Reaktionszeit), kurz RT, bezeichnet.

7.4.2.3 Strecke

Der Road-tracking Test wurde auf der vierstreifigen Autobahn A79 (siehe Kartenausschnitt in Abbildung 27) zwischen den Anschlussstellen Bunde und Heerlen-Centrum durchgeführt. Der Abstand zwischen beiden Anschlussstellen beträgt 17 km. Dieser Abschnitt wurde sechs Mal befahren (drei Mal von/nach Bunde), wobei eine Strecke von ca. 100km zurückgelegt wurde. Die Bereiche der Auf- und Abfahrten wurden bei der Vorbeifahrt an zuvor festgelegten Landmarken vom Versuchsleiter durch Drücken einer Taste markiert, so dass diese Bereiche später von der Auswertung ausgeschlossen werden konnten. Mit 3.50m ist die Fahrstreifenbreite geringer als auf deutschen Autobahnen. Sie beträgt hierzulande 3.75m.

Der Car-following Test wurde auf der vierstreifigen Autobahn A2 zwischen den Anschlussstellen Gronsvelt und Moelingen durchgeführt. Zwischen beiden Anschlussstellen liegen ca. 7.5 km. Dieser Autobahnabschnitt wurde für die Durchführung dieses Manövers jeweils zwei Mal in beide Richtungen befahren. Wiederum wurde der Bereich der Ab- und Auffahrten vom Versuchsleiter bei der Vorbeifahrt an festgelegten Wegemarken im Datenfile markiert. Die Spurbreite betrug auch in diesem Streckenabschnitt 3.50m.

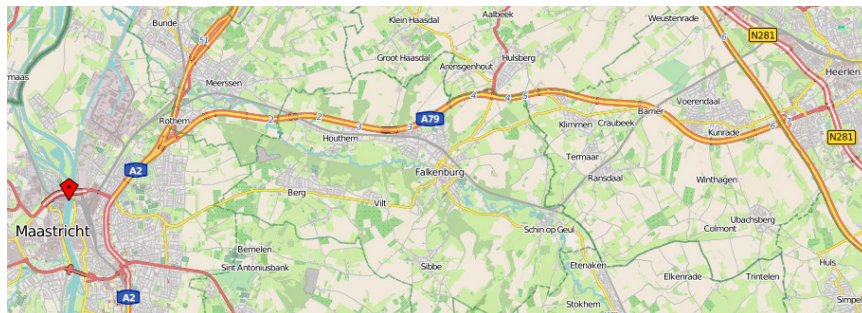


Abbildung 27: Kartenausschnitt mit der Strecke (A79) bei Maastricht, auf der der Road-tracking Test durchgeführt wurde (Quelle: OpenStreetMaps).

7.4.3 Datenaufbereitung und Berechnung der Leistungsparameter

Vor der Berechnung der Leistungsparameter wurde eine aufwändige Datenkontrolle und -aufbereitung durchgeführt. Im folgenden Abschnitt werden die dabei durchgeführten Schritte und die Berechnung der Leistungsparameter erläutert.

Zunächst wurde der während des Road-tracking Tests aufgezeichnete Datensatz mit Hilfe des Programms Dewesoft in sechs Abschnitte geteilt. Ein Abschnitt enthielt dann nur noch die zwischen den Anschlussstellen auf der Autobahn aufgezeichneten Daten, die nach dem Verlassen der Autobahn und vor dem Erreichen der Zielgeschwindigkeit nach dem Auffahren aufgezeichnet wurden, wurden gelöscht. Für diese Einteilung wurden die vom Versuchsleiter gesetzten Marker verwendet. Zusätzlich wurde der Videomitschnitt der Fahrt betrachtet sowie der Geschwindigkeitsverlauf berücksichtigt.

Die Daten zu den sechs Abschnitten wurden in ein Textformat exportiert und zusammen mit den zugehörigen Ausschnitten der Videoaufzeichnung abgelegt. Mit einem speziell hierfür entwickelten Programm wurden diese Rohdatenfiles anschließend manuell editiert (Abbildung 28). Dabei wurden zunächst alle bei Überholvorgängen aufgezeichneten Daten entfernt. Ebenso wurden Abschnitte mit Fehlmessungen oder Signalausfällen eliminiert. Überholvorgänge waren sowohl im Videomitschnitt, als auch im Verlauf der Spurposition deutlich erkennbar (vgl. entsprechende Markierungen in Abbildung 28). Abschnitte mit Signalausfällen konnten anhand der charakteristischen Spitzen im Signalverlauf erkannt werden oder fielen dadurch auf, dass der Wert vorübergehend konstant blieb. Dies trat beispielsweise dann auf, wenn die Markierungslinie außerhalb des Erfassungsbereichs der Zeilenkamera lag oder diese aufgrund einer ungünstigen Sonneneinstrahlung nicht detektiert wurde.

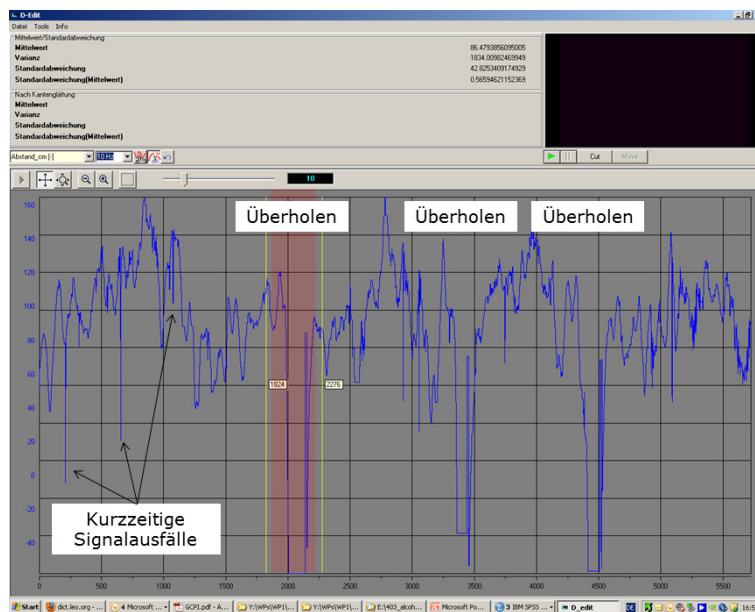


Abbildung 28: Editieren der Spurpositionsdaten [blau] mit Hilfe eines eigens dafür entwickelten Programms.

Die weitere Verarbeitung der editierten Datenfiles erfolgte mit DIAdem, einem Programm zum Sichten, Analysieren und Visualisieren von Messdaten. Mit Hilfe einer dafür entwickelten Routine wurden die im Fahrzeug mit einer Abtastrate von 30Hz aufgezeichneten Daten für die weitere Verarbeitung zunächst auf eine Datenrate von 10Hz reduziert und mit einem digitalen Tiefpassfilter (Grenzfrequenz 2Hz) gefiltert. Jedes Datenfile wurde anhand der zurückgelegten Strecke in drei gleich lange Abschnitte eingeteilt. Um diese Einteilung zu kontrollieren, wurde für jedes dieser Drittel dessen Länge bestimmt. Darüber hinaus wurde die enthaltene Anzahl von Datenpunkten ermittelt. Weiterhin wurden Kennwerte (Minimum, Maximum, Mittelwert, Standardabweichung) für die folgenden Messwerte berechnet:

- Spurposition [m; umgerechnet in den Abstand vom rechten Fahrbahnrand]
- Geschwindigkeit [km/h]
- Längsbeschleunigung [m/s^2]
- Querbewegung [m/s^2]
- Lenkwinkel [$^\circ$].

Ferner wurde für jedes Drittel aus der Spurposition berechnet, für welchen Zeitanteil [%] sich das Fahrzeug auf oder außerhalb der rechten Fahrbahnbegrenzung befand. Im Anschluss wurden die

errechneten Parameter einer Plausibilitätskontrolle unterzogen. Nicht plausible Werte und solche, die auf einer sehr geringen Anzahl von Datenpunkten basierten, wurden als fehlende Werte behandelt. Eine extrem geringe Anzahl von Datenpunkten resultierte in der Regel daraus, dass sich das Fahrzeug lange auf der linken Fahrspur befand oder, dass die Spurposition aufgrund von starkem Regen oder ungünstigem Einfall von Sonnenlicht nicht erfasst werden konnte. Anhand der Daten der Längs- und Querbeschleunigung sowie des Lenkradwinkels wurde abschließend geprüft, ob beim Editieren der Daten alle bei Überholvorgängen und beim Richtungswechsel aufgezeichneten Daten eliminiert wurden.

Die Kennwerte zu jeweils sechs aufeinanderfolgenden Streckendritteln wurden zu einem Wert für die Runde gemittelt. Dies entsprach den während der Fahrt von der Anschlussstelle Bunde bis zum erneuten Erreichen dieser Anschlussstelle aufgezeichneten Daten (vgl. Abbildung 27). Alle zu den 18 Streckendritteln einer Gesamtfahrt berechneten Kennwerte wurden zu einem Wert für die Gesamtfahrt gemittelt. Das Vorgehen bei der Datenaufbereitung und -auswertung erfolgte somit weitestgehend analog zum Vorgehen in den Studien der Universität Maastricht. Dort wurde der Wert für die SDLP einer einstündigen Fahrt als Durchschnittswert aller aufeinanderfolgenden Segmente von jeweils 5km Länge bestimmt (Vermeeren, 2003).

Die beiden aus dem **Car-following Test** berechneten Leistungsparameter TSA und RT basieren auf unterschiedlichen Daten und Auswertungsschritten und werden deshalb getrennt dargestellt. Für die Berechnung der TSA wurden nur die Daten der folgenden drei Kanäle genutzt:

- Geschwindigkeit [km/h] vorausfahrendes Fahrzeug
- Geschwindigkeit [km/h] nachfolgendes Fahrzeug
- Markerkanal, der angibt, wann der Geschwindigkeitsänderungszyklus vom Versuchsleiter im vorausfahrenden Fahrzeug initiiert wurde.

Um den Zeitverzug (TSA) zwischen beiden Geschwindigkeitsverläufen zu bestimmen, wurde ein von der Universität Maastricht entwickeltes und bisher nicht veröffentlichtes Programm verwendet, das auf einer Spektralanalyse basiert. Um die Analyse mit diesem Programm durchführen zu können, mussten die Daten zunächst in ein vorgegebenes Format konvertiert werden. Dieser Aufbereitungsschritt wurde mittels einer für DIAdem erstellten Auswerteroutine durchgeführt. Mit dieser Routine wurden zunächst alle Abschnitte, die einen Geschwindigkeitsänderungszyklus enthielten, aus dem Datenfile der Gesamtfahrt ausgeschnitten. Dabei wurden nur die beiden Kanäle mit den Geschwindigkeitsdaten beibehalten. Die Daten der einzelnen Geschwindigkeitsänderungszyklen wurden dann aneinandergefügt. Bei diesem Auswertungsschritt wurden die mit 30Hz aufgezeichneten Daten auf 10Hz reduziert. Die im Anschluss durchgeführte Spektralanalyse (Zyklusfrequenz = 0.02 Hz) lieferte den Phasenverzug zwischen beiden Geschwindigkeitsverläufen. Sie ist ein Indikator für die Zeit in Sekunden, die der Proband benötigte, um seine Fahrgeschwindigkeit an die des vorausfahrenden Fahrzeugs anzupassen. Neben diesem Leistungsparameter „TSA“ wurden vom Programm noch der Verstärkungsfaktor „gain“ und die Kohärenz „coherence“ ausgegeben. Der Verstärkungsfaktor gibt an, in welchem Ausmaß der Proband bei der Geschwindigkeitsanpassung überkorrigiert hat. Die Kohärenz gibt an, wie gut beide Geschwindigkeitsverläufe übereinstimmen. In diesem Maß drückt sich also aus, wie exakt es dem Probanden gelungen ist, seinen Geschwindigkeitsverlauf an den des vorausfahrenden Fahrzeugs anzupassen.

Die Bremsreaktionszeiten (RT) wurden mit Hilfe einer für die Auswertungssoftware Diadem entwickelten Routine bestimmt. Dazu wurde der Kanal genutzt, der den Marker enthielt, der das Aufleuchten der Bremslichter im vorausfahrenden Fahrzeug markiert. Dieser Marker wurde nicht gesetzt, wenn das Bremspedal betätigt wurde. Somit konnten die Bremsereignisse eindeutig als solche identifiziert werden. Weiterhin wurden in diesem Analyseschritt die Kanäle genutzt, in denen

die Gaspedalstellung und der Bremsdruck des Folgefahrzeugs abgelegt waren. Unterschritt die Gaspedalstellung innerhalb von drei Sekunden nach dem Aufleuchten der Bremslichter einen in Vorversuchen ermittelten Schwellenwert⁹, wurde dies als Reaktion des Fahrers gewertet und die Zeitdifferenz wurde bestimmt. Jedes detektierte Bremsereignis wurde programmseitig zusätzlich grafisch ausgegeben und konnte so visuell kontrolliert werden. Die ausgegebene Grafik zeigte neben dem Verlauf der Gaspedalstellung und des Bremsdrucks, auch den Marker, der das Aufleuchten der Bremslichter anzeigte sowie den vom Programm detektierten Zeitpunkt der Fahrerreaktion.

Anhand dieser Ausgabe konnte für jedes Bremsereignis geprüft werden, ob der Fahrer zum Zeitpunkt des Bremsereignisses überhaupt den Fuß auf dem Gaspedal hatte, ob er währenddessen noch mit der Regelung der Geschwindigkeit beschäftigt war und, ob eine Reaktion bzw. das Ausbleiben einer Reaktion programmseitig korrekt erkannt wurden. Basierend auf dieser Ausgabe wurde zu jeder Fahrt festgehalten, wie viele Bremsereignisse vom Versuchsleiter korrekt initiiert wurden, während der Fahrer den Fuß auf dem Gaspedal hatte, ohne noch die Geschwindigkeit zu regeln. Weiterhin wurde erfasst, wie häufig der Fahrer innerhalb des angegebenen Zeitfensters mit dem Lösen des Gaspedals reagierte und wie häufig die Reaktion des Fahrers ausblieb. Über alle ermittelten Reaktionszeiten einer Fahrt wurden Deskriptiva bestimmt und zwischen den Untersuchungsgruppen verglichen.

7.4.4 Fahrfehlerbeobachtung

Der Bogen zur Fahrfehlerbeobachtung wurde während der Vorversuche zusammen mit dem Fahrlehrer entwickelt, der auch die Fahrten begleitete. Dieser Bogen lehnte sich an die Fahrverhaltensbeobachtung von Brenner-Hartmann (2002) an. Für den Road-tracking Test und den Car-following Test wurden zwei getrennte Inventare verwendet.

Beim Road-tracking Test war die Beobachtungseinheit eine Runde, was dem Streckenabschnitt zwischen der Anschlussstelle Bunde über die Anschlussstelle Heerlen und wieder zurück nach Bunde entsprach (Abbildung 27). Fahrfehler, die während des Befahrens der Autobahn auftraten, wurden getrennt von denen erfasst, die im Bereich der Anschlussstellen, während dem Verlassen und dem Wiederauffahren auf die Autobahn, auftraten. Diese Aufteilung entsprach damit dem Vorgehen bei der Auswertung der Messdaten, bei denen die Abschnitte an den Anschlussstellen ebenfalls nicht in die Berechnung der Leistungsparameter einbezogen wurden. Während des Befahrens der Autobahn wurde das Auftreten der folgenden zehn Fahrfehler festgehalten:

- Geschwindigkeitsabweichung (>/< 10%)
- unangemessenes Beschleunigen/Verzögern
- unangepasstes Langsam fahren, Hinterherfahren, zu spätes Überholen, Überholen erst nach Aufforderung durch den Fahrlehrer
- Längsabstand zu klein (< 2sec.)
- Querabstand beim Überholen zu klein
- Spurverlassen (ab Vorderrad rechts/links auf der Markierungslinie)
- Spurwechsel ohne ausreichendes Absichern (Spiegel- und Schulterblick)
- Unangemessen starker Lenkeinschlag beim Spurwechsel („Haken schlagen“)
- Unnötig langes Befahren des linken Fahrstreifens
- Blinken (verfrüht, verspätet, ohne).

⁹ Schwellenwert 6% (100% = Gaspedal vollständig durchgetreten; 0% Fuß vollständig vom Gaspedal genommen)

An den Anschlussstellen wurde das Auftreten der folgenden beiden Fehler erfasst:

- mangelndes Absichern / unzureichende Beachtung bevorrechtigter Fahrzeuge
- Blinken (verfrüht, verspätet, ohne).

Weiterhin war auf dem Bogen Platz für die freie Beschreibung von notwendigen Eingriffen durch den Fahrlehrer sowie für Besonderheiten im Verkehrsgeschehen (z.B. Unfälle, Staus, Behinderungen durch andere Verkehrsteilnehmer, Bauarbeiten). Abschließend war vom Fahrlehrer anzugeben, ob und gegebenenfalls wo die Fahrt abgebrochen wurde und aus welchen Gründen. Zusätzlich wurde von ihm eine Bewertung für jede Runde sowie für die Fahrt als Ganzes vorgenommen. Der Fahrlehrer bewertete dabei sowohl, wie gut der Fahrer gefahren war als auch, wie ausgeprägt bei diesem die Anzeichen von Müdigkeit waren. Hierzu standen ihm die unter 7.2.2 beschriebenen Skalen zur Verfügung.

Im Beobachtungsbogen zum Car-following Test war die Beobachtungseinheit ebenfalls eine Runde (von Gronsveld über Moelingen bis Gronsveld). Neben freien Beschreibungen von Besonderheiten, Angaben über die vollständige Durchführung, notwendige Eingriffe und die Bewertungen, wie bereits beim Road-tracking Test beschrieben, wurde das Auftreten der folgenden acht Fehler erfasst:

- unangepasstes Beschleunigen/Verzögern
- Längsabstand zu klein (< 2sec.)
- Längsabstand zu groß (Hinweis des Fahrlehrers erforderlich)
- Schwanken in der Fahrspur
- Spurwechsel ohne ausreichendes Absichern (Spiegel- und Schulterblick)
- Querabstand beim Überholen zu klein
- Unangemessen starker Lenkeinschlag bei Spurwechsel („Haken schlagen“)
- Blinken (verfrüht, verspätet, ohne).

7.5 EEG

In Studie 5 wurde während des Road-tracking Tests die neuronale Aktivität des Fahrers als physiologischer Indikator der Ermüdung erfasst. Statt der zumeist durchgeführten Spektralanalysen wurden hier Alpha-Spindeln analysiert, die sich zur Erkennung der Fahrerermüdung als sensitiver erwiesen haben (Simon et al., 2011).

7.5.1 Messsystem

Für die EEG-Messung wurde Hard- und Software der Firma Brain Products (www.brainproducts.com) verwendet. Das System zur Messung bestand aus einem aktiven Elektrodensystem (actiCAP®), einem portablen EEG-Verstärker mit 32 Kanälen (BrainAmp®) und einer entsprechenden Stromversorgung. Die Aufzeichnungssoftware (BrainVision Recorder®) war auf dem Messrechner im Fahrzeug installiert, der auch für die Aufzeichnung der Fahrdaten genutzt wurde. Über einen digitalen Eingang konnten von der Fahrdatenaufzeichnungssoftware ausgegebene Trigger-Signale in den Datensatz des EEG aufgenommen werden. Diese wurden bei der späteren Auswertung genutzt, um beide Datensätze zeitlich zu synchronisieren. Dazu wurden die Marker verwendet, die vom Versuchsleiter während der Fahrt gesetzt wurden, um die Fahrabschnitt zu markieren.

7.5.2 Ableitung

Zur Ableitung wurden 32 Elektroden verwendet, die nach dem 10-20 Schema (Jasper, 1958; Klem, Lüders, Jasper & Elger, 1999) angeordnet wurden. Eine dieser Elektroden wurde unterhalb des rechten Auges angebracht, um die Lidschlüsse zu erfassen, eine weitere auf dem Brustbein für die Erfassung des Herzschlages. Die Daten wurden mit 250Hz aufgezeichnet.

7.5.3 Datenaufbereitung und -auswertung

Die Alpha-Spindelrate ist ein aus dem Alphaband (6-13Hz) abgeleitetes Maß. Dabei wird das Auftreten einzelner Alphaereignisse detektiert. Bei diesen handelt es sich um kurzzeitige monochromatische Anstiege der Leistung innerhalb dieses eingeschränkten Frequenzbereichs. Da bei der Identifikation der Alphaereignisse das Signal-Rausch-Verhältnis zum entsprechenden Zeitpunkt berücksichtigt wird, werden Störeinflüsse, wie sie bei der Erfassung im Fahrzeug auftreten, weitestgehend eliminiert (Simon et al., 2011).

Im Anschluss an die Datenaufbereitung (u.a. Hochpassfilterung mit einer Grenzfrequenz von 0.1Hz, Reduktion der Datenrate auf 128Hz, Mittelwertsreferenzierung und Artefaktkorrektur) erfolgte die Auswertung der Daten mit der Software MATLAB nach dem Auswertungsalgorithmus von Simon et al. (2011). Dieser basiert auf einer FFT-Transformation eines gleitenden Zeitfensters von einer Sekunde Dauer. Innerhalb dieses Zeitfensters wird jeweils das Maximum im Alphaband detektiert. Beim Vorliegen bestimmter Kriterien (Dauer < 0.5sec, Signal-Rausch-Verhältnis > Schwellenwert) werden diese als Alpha-Spindeln definiert. Aufeinanderfolgende Alpha-Spindeln werden dabei zusammengefasst. Diese Analyse wird für jeden Kanal durchgeführt. Als Ergebnis gibt der Algorithmus die Häufigkeit der Spindeln (Rate als Anzahl pro Minute) gemittelt über drei Kanalgruppen aus: frontal (F: 3, 1, z, 2, 4; FC: 3, 1, z, 4), zentral (C: 3, 1, 2, 4; CP: 3, 1, z, 2, 4) und parieto-occipital (P: 3, 1, z, 2, 4; PO: 3, z, 4; O: 1, z, 2).

7.6 Nebenaufgabe

Nur in Studie 5 wurde eine akustische Nebenaufgabe eingesetzt. Diese war Teil eines auditorischen odd-ball Paradigmas (z.B. Picton, 1992). Die ereigniskorrierten Veränderungen im EEG sind jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Diese beschränkt sich auf die Analyse der Leistungsmaße der Nebenaufgabe.

Den Probanden wurde während des Road-tracking Test über Kopfhörer eine Abfolge von hohen (2000Hz) und tiefen (1000Hz) Tönen eingespielt. Diese wurden über das Programm Eprime[®] erzeugt. Dazu wurde ein separates Notebook benutzt. Neben den Tönen gab das Programm zusätzlich ein Triggersignal aus, das in den Datensatz des EEG mit aufgezeichnet wurde. Dieses Signal markierte dort den Zeitpunkt der Darbietung der hohen und tiefen Töne. Dieser wurden in zufälliger Abfolge, jedoch mit dem festen Interstimulusintervall von einer Sekunde dargeboten. Die Auftretenswahrscheinlichkeit der hohen Töne war mit 20% niedriger als die der tiefen Töne, die bei 80% lag.

Die Aufgabe des Fahrers bestand darin, hohe Töne durch Drücken einer Taste zu quittieren, die mit Klebeband am Zeigefinger der linken Hand befestigt war (Abbildung 29). Indem der Zeigefinger gegen das Lenkrad gedrückt wurde, konnte diese Taste aktiviert werden, ohne beim Lenken zu behindern. Das Signal dieses Tasters wurde über das Programm, das auch die Töne erzeugte, aufgezeichnet. Damit standen Informationen über den Zeitpunkt der Darbietung und über die Art des Tons zur Verfügung, sowie Informationen über den Zeitpunkt und die Art der erfolgten Reaktion des Fahrers.

Vor Fahrtantritt erhielten die Fahrer ausreichend Zeit, die Bearbeitung dieser Nebenaufgabe zu üben. Sie wurden auch darauf hingewiesen, dass das sichere Fahren stets Vorrang vor der Bearbeitung der Nebenaufgabe hat.

Die Bearbeitungsdauer für diese Nebenaufgabe betrug vier Minuten. Innerhalb dieser Zeit wurden 192 tiefe und 48 hohe Töne dargeboten. Diese Nebenaufgabe musste von den Fahrern jedoch nur während einer Hälfte einer Runde bearbeitet werden (für die Einteilung der Strecke in Runden siehe Kapitel 7.4.2.3). Einer Hälfte der Fahrer wurde diese Nebenaufgabe immer auf dem Abschnitt zwischen Bunde und Heerlen dargeboten, den übrigen immer in der entgegengesetzten Richtung (Heerlen – Bunde). Der Streckenabschnitt der Darbietung wurde über alle drei Runden, die ein Fahrer zu absolvieren hatte, beibehalten, zwischen den Bedingungen jedoch gewechselt.



Abbildung 29: Taster für die Bearbeitung der Nebenaufgabe.

7.7 Alkoholgabe

Vor Antritt der Fahrten in den Studie 4 und 5 sowie vor Beginn der Bearbeitung des computerbasierten Tests in Studie 2 erhielten die Probanden eine genau berechnete Menge Alkohol. Für die Messung des erreichten Blutalkoholspiegels wurde ein Atemalkoholmessgerät eingesetzt.

7.7.1 Bestimmung der erforderlichen Alkoholmenge

Die zur Erreichung des angestrebten Blutalkoholspiegels von 0.5‰ benötigte Menge Alkohol wurde auf der Grundlage der Widmark-Formel (Widmark, 1932) und der Watson-Formel (Watson, Watson & Batt, 1980) wie folgt berechnet.

$$C = \frac{A}{S + (U \times G)} - B \times (t - 0.5)$$

- C = Blutalkoholspiegel [‰]
- A = Alkoholmenge [g] für reinen Alkohol (96%)
- G = Körpergewicht [kg]
- B = Abbaurate von 0.15‰ pro Stunde (Konstante)
- t = Zeitspanne seit Alkoholaufnahme [Stunden]
- S und U sind Konstanten zur Abschätzung des Körperwasseranteils. Sie sind für Männer (S = 17.45; U = 0.4786) und Frauen (S = 18.075; U = 0.3186) unterschiedlich.

Vor dem Fahrversuch erhielten die Probanden die für sie berechnete Menge Alkohol, verteilt auf drei gleich große Dosen, jeweils 60, 40 und 20 Minuten bevor der Startpunkt der Messstrecke für den Road-tracking Test erreicht wurde. Zur Berechnung der im Fahrversuch benötigten Alkoholmenge wurde daher in der Formel $t = 1$ gesetzt.

Vor der computerbasierten Testung erhielten die Probanden den Alkohol verteilt auf zwei gleich große Dosen, 30 und 15 Minuten vor Beginn der Testung. Für die Berechnung der Alkoholmenge, die in der computerbasierten Testung erforderlich war, wurde daher für $t = 0.5$ eingesetzt.

Wurde der angestrebte Blutalkoholspiegel nicht erreicht, oder war dieser im Laufe der Zeit zu stark abgefallen, wurde Alkohol nachdosiert. Bei der Berechnung der dazu erforderlichen Menge wurde $t = 0$ gesetzt. Lag der tatsächliche Blutalkoholspiegel im Bereich 0.0 - 0.1‰ wurde für die Berechnung $C = 0.5$ in die Formel eingesetzt, bei 0.1 - 0.2‰ wurde $C = 0.4$, bei 0.2 - 0.3‰ wurde $C = 0.3$, bei 0.3 - 0.4‰ wurde $C = 0.2$ und bei einem Blutalkoholspiegel zwischen 0.4- 0.5‰ wurde $C = 0.1$ in die Formel eingesetzt.

Da die Berechnung nach dieser Formel die benötigte Menge Alkohol in Gramm ergibt, wurde diese zur Vereinfachung der Dosierung noch durch Multiplikation mit 1.27 in mL umgerechnet. Der Alkohol wurde jeweils vermischt mit Orangensaft dargeboten.

7.7.2 Messung der Blutalkoholkonzentration

Die Blutalkoholkonzentration wurde mit dem Atemalkoholmessgerät Dräger Alcotest 6810 (weitere Informationen auf www.draeger.de) bestimmt. Dieses Gerät arbeitet mit einem elektrochemischen Sensor und hat einen Messbereich von 0 bis 2.5‰. Es wird auch von der Polizei im Rahmen von Verkehrskontrollen eingesetzt.

Um Verfälschungen der Messergebnisse durch Restalkohol, der sich noch im Mund- und Rachenraum der Probanden befindet zu vermeiden, wurden die Probanden vor jeder Messung aufgefordert, den Mund mit Wasser zu spülen. Die Atemalkoholmessungen wurden darüber hinaus nie unmittelbar nach der Alkoholgabe durchgeführt.

8 Studie 1: Retest-Reliabilität der Leistungsmessung mit dem Test-Set FeV des Wiener Testsystems

Das Test-Set FeV zur Fahreignungsuntersuchung nach FeV Anlage 5 ist ein computergestütztes Verfahren, das im Rahmen der amtlichen Begutachtung der Fahreignung eingesetzt werden kann. Es umfasst fünf Einzeltests (COG, DT, LVT, RT, ATAVT; siehe Kapitel 7.3.3 für eine Beschreibung), die die fünf Leistungsbereichen abdecken, die gemäß FeV für das sichere Fahren von Bedeutung sind.

Mit dieser Studie wurde geprüft, ob bei einer Wiederholung der Testung übereinstimmende Leistungskennwerte erzielt werden. Hierfür absolvierten gesunde Fahrer die Tests zwei Mal im Abstand von einer Woche. Die Datenerhebung erfolgte im Februar und März 2011 in den Räumen der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) in Bergisch Gladbach.

8.1 Stichprobe

Insgesamt nahmen 16 gesunde Probanden an dieser Studie teil, die unter den Mitarbeitern der BASt rekrutiert wurden. Es wurden nur Probanden eingeschlossen, die über eine gültige Fahrerlaubnis für PKW verfügten, im Jahr mindestens 1000km fuhren und regelmäßig (mindestens 2x pro Woche) mit einem PKW unterwegs waren. Fahranfänger konnten an dieser Studie nicht teilnehmen.

Probanden, die unter einer Erkrankung litten, die die Fähigkeit zum sicheren Führen eines PKW einschränkt, wurden von der Teilnahme ausgeschlossen. Weitere Ausschlusskriterien waren eine bestehende Alkoholabhängigkeit sowie die Einnahme psychoaktiver Medikamente und Drogen. Das Vorliegen dieser Ausschlusskriterien wurde mittels freiwilliger Selbstauskunft geprüft. Eine Bestätigung der Angaben durch eine medizinische Untersuchung konnten, wie auch ein Drogenscreening, aus Gründen des Datenschutzes nicht durchgeführt werden.

Das Durchschnittsalter der Probanden, siehe auch Tabelle 18 für eine Übersicht der Merkmale der Stichprobe, lag bei 45 Jahren. Der jüngste Teilnehmer war zum Zeitpunkt der Datenerhebung 26 Jahre alt, der älteste 63 Jahre. Neun Probanden waren weiblich (56%), sieben männlich (44%). Die Probanden gaben an, in den vergangenen 12 Monaten zwischen 10 000 und 40 000km gefahren zu sein. Der Median lag bei 16 500km. Alle Fahrer waren seit mindestens 8 Jahren in Besitz eines Führerschein für PKW.

Tabelle 18: Stichprobenbeschreibung.

Merkmal		(N = 16)
Alter (Jahre)	m (sd)	44.75 (13.44)
Geschlecht	männlich N (%)	7 (44%)
	weiblich N (%)	9 (56%)
Fahrerfahrung (km letzte 12 Monate)	Median km (Spannweite)	16 500 (1 000 – 40 000)
Führerscheinbesitz (Jahre)	Median (Spannweite)	27 (8 - 44)

Mit Ausnahme einer Probandin absolvierten alle Teilnehmer beide Testungen vollständig. Diese Probandin beendete ihre Teilnahme aus persönlichen Gründen vorzeitig, die nicht in Zusammenhang mit dieser Studie standen. Bei 12 der 15 Probanden (80%) konnten beide Testungen, wie geplant, im

Abstand von einer Woche (7 Tage) durchgeführt werden. Lediglich bei drei Probanden war dies nicht möglich. Zwischen beiden Testungen lagen hier 10, 11 bzw. 12 Tage. In allen Fällen gelang es, beide Testungen zur selben Tageszeit durchzuführen.

Vor der ersten Testung gaben die Probanden ihre Schlafdauer mit durchschnittlich 7.05 Stunden ($sd = .474$) an, vor der zweiten Testung mit 6.78 Stunden ($sd = .886$). Vor beiden Testungen hatten die Probanden somit vergleichbar lange geschlafen ($T = 1.213$, $df = 14$, $p \leq .245$). Darüber hinaus gaben die Probanden vor beiden Testungen anhand der KSS an, wach zu sein (Tabelle 19). In Bezug auf Schlafdauer und Ermüdung der Probanden lagen somit zu beiden Testzeitpunkten vergleichbare Bedingungen vor. Alle Teilnehmer schätzen sich selbst vor den Testungen als fahrtüchtig ein.

Tabelle 19: Bewertung der Müdigkeit anhand der KSS vor Beginn der Testung zu beiden Testzeitpunkten.

Zeitpunkt	m	sd	T	df	p (2-seitig)
1. Testung	3.53	1.060	-.751	14	.465
2. Testung	3.87	1.885			

8.2 Studiendesign und Durchführung

Alle Probanden absolvierten die sechs Tests (COG, DT, LVT, RT, ATAVT und VIGIL) zwei Mal. Tabelle 20 zeigt den zeitlichen Ablauf im Überblick. Die Abfolge der Tests war fest vorgegeben und bei allen Testungen gleich.

Tabelle 20: Ablauf der Datenerhebung; Δt = Zeit seit Beginn der Bearbeitung des ersten Tests am Wiener Testsystem. Weitere Erläuterungen im Text. Alle Zeitangaben sind Durchschnittswerte.

Δt [min]	Dauer [min]	Ereignis
-20	15	Begrüßung, Information über den Ablauf, (Demographische Daten) ¹⁰
-5	5	Dauer des Nachtschlafs, KSS
0	15	DT (S2 adaptiv)
15	5	COG (S11)
20	5	TAVTMB (S1)
25	25	VIGIL (S1)
50	5	LVT (S3)
55	5	RT (S3)
60	10	Befragung nach der Testung (KSS, Leistungseinschätzung, RSME)
65	5	Verabschiedung (Rückmeldung über die Testleistung ¹¹)

Beim ersten Termin wurden demographische Daten und Informationen zur Fahrerfahrung erhoben (Kapitel 7.2.1). Darüber hinaus wurden die Erfüllung der Einschlusskriterien und eventuelle Verletzungen der Ausschlusskriterien im Interview geprüft. Vor beiden Testungen wurde die Schlafdauer erfasst. Nachdem die Probanden eine geeignete Sitzposition eingenommen hatten und ihnen das Testgerät mit dem Bedienpanel und den Pedalen erklärt worden war, wurde ihre

¹⁰ Nur beim ersten Termin.

¹¹ Nur nach dem zweiten Termin.

Müdigkeit mittels der KSS erfasst (Kapitel 7.2.9). Unmittelbar danach wurde die Testung vom Untersuchungsleiter gestartet.

Im Anschluss an die vollständige Bearbeitung aller Tests nahmen die Probanden eine Bewertung ihrer Leistung vor (Kapitel 7.2.2), machten erneut Angaben zu ihrer Müdigkeit anhand der KSS und dazu, wie anstrengend die Testung war (RSME; Kapitel 7.2.11).

8.3 Ergebnisse

8.3.1 Selbsteinschätzung

Die Probanden bewerteten ihre Leistung bei der zweiten Testung etwas schlechter als bei der ersten Bearbeitung der Tests. Im Mittel lagen ihre Urteile dennoch zu beiden Testzeitpunkten im mittleren Bereich der 10cm langen Skala (Pole: „sehr schlecht“ und „sehr gut“). Beide Durchgänge wurden gleichermaßen als halbwegs anstrengend bewertet. Die zweite Testung war für die Probanden allerdings mehr ermüdend als die erste: während sie nach der ersten Testung angaben, weder wach noch müde zu sein, gaben sie bei der Wiederholung im Mittel an, bereits einige Anzeichen von Müdigkeit zu erkennen. Tabelle 21 enthält die entsprechenden statistischen Kennwerte.

Tabelle 21: Mittelwerte (SD) und Ergebnisse der statistischen Analyse (ANOVA) subjektiver Maße zu beiden Zeitpunkten (Leistung = „Wie gut war Ihre Leistung bei der Testung?“, Anstrengung = RSME, Müdigkeit = KSS).

	Zeitpunkt		ANOVA			
	1. Testung (N = 16)	2. Testung (N = 15)	df	F	p ≤	η^2
Leistung	5.78 (1.148)	4.34 (2.130)	1, 14	8.887	.010	.388
Anstrengung	6.68 (2.596)	6.04 (2.475)	1, 14	2.140	.166	.133
Müdigkeit	5.20 (1.821)	5.87 (2.200)	1, 14	5.385	.036	.278

8.3.2 Anteil bestandener Tests

13 der 16 Probanden (81%) erzielten im ersten Durchgang in allen fünf vorgeschriebenen Tests (DT, COG, ATAVT, LVT, RT) einen Prozentrang größer oder gleich 16. Sie hatten damit das Kriterium zum Bestehen erreicht.

Der Anteil der Probanden, der die Tests bestand, unterschied sich nicht zwischen beiden Terminen (Tabelle 22). Im Durchschnitt bestanden die Probanden im ersten Durchgang 4.81 (sd = .403) der fünf Tests, bei der Wiederholung 4.80 (sd = .414). Nur ein Proband bestand den Vigilanztest, der nicht Bestandteil des Test-Sets FeV ist, beim ersten Durchgang nicht. Bei der Wiederholung der Testung wurde dieser Test von allen Probanden bestanden.

In Tabelle 22 finden sich die entsprechenden Angaben sowohl zu den einzelnen Tests als auch für das Test-Set. Nur bei einem Probanden war die Aufmerksamkeitsleistung, erfasst mit dem ATAVT, bei der ersten Testung deutlich unterdurchschnittlich. Bei zwei Probanden war die Reaktionsfähigkeit bei der ersten Testung unterdurchschnittlich, bei der zweiten Testung bei drei Probanden. Sie wurde mit dem RT erfasst.

Insgesamt zeigte sich bei dieser kategorialen Betrachtung, dass das Kriterium zum Bestehen größtenteils bereits bei der ersten Testung erfüllt wurde. Bei der Testwiederholung kam es zu keiner weiteren Leistungsverbesserung ($F_{1,14} = 1.00$, $p \leq .334$).

Tabelle 22: Anteil der Probanden [%] für die beiden Zeitpunkte [t1, t2], die die einzelnen Tests sowie alle Tests der FeV bestanden haben (PR \geq 16 in der/den Hauptvariablen).

Test	1. Testung [%]	2. Testung [%]	χ^2	p \leq	Cramer-V
N	16	15			
DT	100.00	100.00	n.d.	n.d.	n.d.
COG	100.00	100.00	n.d.	n.d.	n.d.
ATAVT	93.80	100.00	.969	.325	.177
LVT	100.00	100.00	n.d.	n.d.	n.d.
RT	87.50	80.00	.322	.570	.102
alle nach FeV	81.3	80.0	.008	.930	.016
VIGIL	93.80	100.00	.969	.325	.177

8.3.3 Testscore und Leistungsprofil

In einem zweiten Schritt wurden die in beiden Testungen erzielten Prozentränge verglichen. Im Sinne einer geschlossenen Testprozedur wurde dabei zunächst die Leistung in der Testbatterie als Ganzes betrachtet. Hierfür wurde der Durchschnittsscore aus allen bearbeiteten Tests gebildet. Wie aus Tabelle 23 zu ersehen, wurde bei der zweiten Testung ein höherer Gesamtscore erreicht, was eine Leistungsverbesserung anzeigt. Diese fiel wertemäßig jedoch eher gering aus.

Tabelle 23: Mittelwert (SD) und Ergebnisse der ANOVA für die Gesamtscores aus den Prozenträngen aller Tests für beide Messzeitpunkte (höhere Werte = bessere Leistung; N = 15).

	Zeitpunkt		ANOVA			
	1. Testung	2. Testung	df	F	p \leq	η^2
alle Tests	63.78 (12.14)	69.02 (11.26)	1, 14	10.676	.006	.433

Nachgeschobene Einzelvergleiche (Tabelle 24) zeigten, dass diese Leistungsverbesserung im Gesamtscore auf zwei Tests zurückzuführen war. Es waren dies zum einen der Determinationstest (DT), zum anderen der Tachistoskopische Verkehrsauffassungstest (ATAVT). Die Belastbarkeit der Probanden war damit bei der zweiten Testung etwas höher, ebenso die Aufmerksamkeitsleistung. Bei den übrigen Testverfahren war keine Leistungsveränderung feststellbar.

Für den Vigilanztest werden im Handbuch zwei Variablen angegeben, die zur Interpretation der Testleistung heranzuziehen sind. In den Score für die gesamte Testbatterie wurde aber nur der Durchschnittsscore aus diesen beiden Variablen einbezogen. Der Korrelationskoeffizient von .470 legt nahe, dass zwischen beiden Variablen ein positiver Zusammenhang mittlerer Höhe bestand. Beim Reaktionstest wird bei der Interpretation zwischen der Reaktionszeit und der motorischen Zeit unterschieden. In den Gesamtscore ging auch hier nur der gemittelte Wert aus beiden Variablen ein. Auch hier bestand ein positiver Zusammenhang ($r = .367$) zwischen beiden Variablen.

Tabelle 24: Mittelwert (SD) und Ergebnisse der ANOVA für die Prozentränge der Hauptvariablen / Scores der Einzeltests für beide Messzeitpunkte im Vergleich (höhere Werte = bessere Leistung).

Test	Variable	1. Testung m (sd)	2. Testung m (sd)	p ≤	η ²
DT	Anzahl richtige Reaktionen	54.38 (20.56)	73.20 (16.79)	.000	.660
COG	Mittlere Zeit korrekte Zurückweisung	89.44(10.23)	88.60 (11.80)	.679	.013
ATAVT	Überblicksgewinnung	63.88 (27.34)	80.93 (19.51)	.005	.439
LVT	Score	67.38 (23.29)	69.87 (27.06)	.433	.045
RT	Mittlere Reaktionszeit (msec.)	48.33 (23.01)	40.80 (25.78)		
	Mittlere motorische Zeit (msec.) ¹²	45.27 (34.37)	43.47 (30.17)		
	Score	48.03 (23.52)	42.13 (24.04)	.100	.181
VIGIL	Anzahl Richtige	58.93 (24.62)	56.80 (25.77)		
	Mittelwert der Reaktionszeit Richtige	57.40 (21.26)	61.93 (19.98)		
	Score	59.06 (19.30)	59.37 (17.66)	.766	.007

Zwischen den zu den beiden Testzeitpunkten erreichten Prozenträngen bestand bei allen Tests ein signifikanter positiver Zusammenhang (Tabelle 25). Die Leistung einer Person war demnach bei der Testwiederholung umso höher, je höher ihre Leistung in der ersten Testung war.

Tabelle 25: Korrelation der Prozentränge der Hauptvariablen / Scores¹³ der Einzeltests zwischen beiden Messzeitpunkten.

Test	Variable	r	p ≤
DT	Anzahl richtige Reaktionen	.732	.002
COG	Mittlere Zeit korrekte Zurückweisung	.622	.013
ATAVT	Überblicksgewinnung	.757	.001
LVT	Score	.841	.000
RT	Score	.908	.000
VIGIL	Score	.666	.007

8.4 Zusammenfassung

Mit dieser Studie wurde geprüft, ob bei einer Wiederholung der Testung dieselben Leistungskennwerte erzielt werden. Betrachtete man das sehr grobe Kriterium des Bestehens der Tests, wozu eine Leistung erzielt werden muss, die gleich oder besser als die von 16% der Probanden in der Vergleichsgruppe ist, so fielen zwei Dinge auf. Zum einen hatten nahezu alle Probanden alle fünf Tests des Test-Sets bereits bei der ersten Durchführung bestanden. Auf dieser sehr groben Betrachtungsebene zeigte sich bei der Testwiederholung keine nennenswerte Veränderung.

¹² Diese Hauptvariable wird bei der Auswertung nach FeV gemäß den Herstellervorgaben nicht berücksichtigt Schuhfried GmbH (2009).

¹³ für RT und VIGIL wurden jeweils zur Beschreibung der Leistung zwei Hauptvariablen zu einem Durchschnittswert verrechnet.

Ein Leistungszuwachs war jedoch bei Betrachtung der von den Probanden erreichten Prozentränge nachweisbar. Dieser Leistungszuwachs war wertemäßig allerdings eher gering ausgeprägt. Darüber hinaus war der für die Testbatterie als Ganzes ausgewiesene Leistungszuwachs nur auf zwei der sechs durchgeführten Tests zurückzuführen. Dies waren der Determinationstest und der Tachistoskopische Verkehrsauffassungstest. Bei der Testwiederholung war demnach die Fähigkeit, bei einfachen Aufgaben schnell und korrekt zu reagieren, höher. Ebenso war die Fähigkeit zur selektiven Aufmerksamkeit größer. Subjektiv schätzten die Probanden ihre Leistung bei der Testwiederholung etwas schlechter ein und geben an, durch die Testung stärker ermüdet gewesen zu sein. Die Retest-Reliabilitäten der Tests lagen zwischen .622 und .908 und damit im niedrigen bis mittleren Bereich.

9 Studie 2: Erfassung alkoholbedingter Beeinträchtigungen fahrsicherheitsrelevanter Leistungsbereiche mit dem Wiener Testsystem

Mit dieser Studie wurde geprüft, in wieweit sich ein durch Alkohol veränderter Zustand des Fahrers auf Leistungsbereiche auswirkt, die für das sichere Fahren relevant sind. Gleichzeitig wurden mit dieser Studie Referenzdaten einer Gruppe gesunder Fahrer erzeugt, die später für den Vergleich mit der Patientengruppe genutzt wurden.

Gesunde Probanden absolvierten die Testung zwei Mal. Einmal bearbeiteten diese die Testbatterie nüchtern, einmal mit 0.5% Alkohol im Blut. Die Datenerhebung fand von Januar bis September 2010 statt. Sie war Teil des Untersuchungsvorhabens mit der EUDRACT-Nummer 2009-011774-15 (Effects of opioid analgesics on driving ability of pain patients [Untersuchung zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten]).

9.1 Stichprobe

Da die Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahrereignung (BASt, 2010) den Vergleich mit einer altersunabhängigen Kontrollgruppe vorsehen, wurde die Stichprobe nach vier Altersgruppen geschichtet (20-30, 30-40, 40-50, 50-65 Jahre) zusammengesetzt. Insgesamt nahmen 21 Fahrer an dieser Studie teil. Ihr Durchschnittsalter lag bei 43 Jahren (sd = 10.68). 13 Probanden waren männlich und acht weiblich. Sie wurden aus einem Probandenpool der Bundesanstalt für Straßenwesen rekrutiert. Ausschlusskriterien (siehe dazu auch Kapitel 17.7) waren u.a. das Vorliegen einer Erkrankung, die die Fahrsicherheit beeinträchtigt, eine bestehende oder vergangene Alkoholabhängigkeit sowie der Konsum von Medikamenten oder Drogen, von denen eine Beeinträchtigung der Fähigkeit zur sicheren Teilnahme am Straßenverkehr bekannt ist. Alle Probanden mussten Mindestanforderungen hinsichtlich der Fahrerfahrung erfüllen.

Aufgrund der Gabe von Alkohol wurden keine Frauen eingeschlossen, die schwanger waren, stillten oder mit einer Methode mit einem Pearl-Index ≥ 1 verhüteten. Alle Probanden wurden vor dem Einschluss in die Studie medizinisch untersucht und umfassend aufgeklärt. Von allen lag eine schriftliche Einwilligungserklärung vor. 18 der 21 Probanden absolvierten die Testung sowohl nüchtern als auch unter Alkoholeinfluss. Vollständige Daten lagen damit von 12 der 13 Männer (92%) und sechs der acht Frauen (75%) vor. Dies entspricht einem Anteil von 86% der Gesamtgruppe. Die Gründe für das vorzeitige Ausscheiden der drei Probanden waren persönlich bedingt und standen nicht in Zusammenhang mit der Studie. Tabelle 26 zeigt wesentliche Merkmale der Stichprobe in der Übersicht.

Tabelle 26: Übersicht der Stichprobenmerkmale.

Merkmal		Gesunde N = 21
Alter (Jahre)	Mittelwert (sd)	43.10 (10.68)
Geschlecht	männlich N (%)	13 (62)
	weiblich N (%)	8 (38)
Fahrerfahrung	Median	12000
(km letzte 12 Monate)	(Spannweite)	(2000 - 50000)
Dauer Besitz	Median	25
Fahrerlaubnis (Jahre)	(Spannweite)	(5 - 40)

9.2 Studiendesign und Durchführung

Die Probanden absolvierten die Testung zwei Mal im Abstand von mindestens einer Woche, wobei die erste Testung aus organisatorischen Gründen immer nüchtern durchgeführt werden musste. Dies wurde den Probanden jedoch nicht mitgeteilt. In beiden Bedingungen erhielten die Probanden nach demselben Zeitschema ein Getränk, das aber nur in einer Bedingung Alkohol enthielt.

Tabelle 27: Ablaufplan der Untersuchung in den Bedingungen „Nüchtern“ und „Alkohol“.

Beginn	Ende	Nüchtern	Alkohol
09:00	09:30	Medizinische Untersuchung, Kontrolle der Ein-/Ausschlusskriterien	Atemalkoholkontrolle, Drogenscreening
09:30	10:00	Fragebogen, Placebogabe, Atemalkoholkontrolle	Fragebogen, Alkoholgabe, Atemalkoholkontrolle
10:00	11:00	Testteil 1: DT, COG, TAVTMB, 2HAND, VIGIL	
11:00	11:15	Atemalkoholkontrolle, Placebogabe, Atemalkoholkontrolle	Atemalkoholkontrolle, Alkoholgabe, Atemalkoholkontrolle
11:15	12:45	Testteil 2: LVT, RT, WRBTV	
12:45	12:50	Atemalkoholkontrolle, Terminvereinbarung und Verabschiedung	Atemalkoholkontrolle, Verabschiedung

Der ersten Testung ging die medizinische Untersuchung und Aufklärung durch einen Arzt voraus (Tabelle 27). Bei diesem Termin wurden darüber hinaus demographische Daten und Angaben zur Fahrerfahrung erhoben (Kapitel 7.2.1). Außerdem wurden die Ein- und Ausschlusskriterien (Kapitel 17.7) geprüft. Vor jedem Erhebungstermin wurden eine Atemalkoholkontrolle und ein Drogenscreening durchgeführt, bei den Teilnehmerinnen zusätzlich ein Schwangerschaftstest.

Die Bearbeitung der Tests am Computer nahm insgesamt etwa 90 Minuten in Anspruch und lief in beiden Bedingungen nach demselben Zeitschema ab (Tabelle 27). Sie bestand aus acht Einzeltests, die in Kapitel 7.3.3 beschrieben sind. Diese Tests wurden in zwei Blöcken dargeboten. Zwischen beiden Blöcken wurde die Testung unterbrochen und nach einer Pause wieder fortgesetzt. Vor jedem Block sollten die Probanden angeben, ob sie noch fahrtüchtig sind. Sowohl vor als auch nach jedem Block wurde ihre Müdigkeit anhand der KSS (Kapitel 7.2.9) erfasst und wurden die Probanden gebeten, die Stärke der Alkoholwirkung anzugeben (Kapitel 7.2.2). Nach jedem Testblock sollten die Probanden ihre Leistung bewerten (Kapitel 7.2.2) und auf der RSME (Kapitel 7.2.11) angeben, wie anstrengend die Bearbeitung der Tests des jeweiligen Blocks war.

Nur vor der zweiten Testung erhielten die Probanden eine genau berechnete Menge Alkohol (Kapitel 7.7.1). Diese wurden ihnen, aufgeteilt auf zwei Dosen und vermischt mit Orangensaft, je 30 und 15 Minuten vor dem Beginn der Testung gereicht. Um zu überprüfen, ob der angestrebte Alkoholspiegel von 0.5‰ erreicht wurde, wurde unmittelbar vor Beginn der Testung eine Atemalkoholmessung durchgeführt. Lag der gemessene Wert unter 0.45‰, wurde Alkohol nachdosiert. Nach einer Wartezeit von 10 Minuten wurde dann eine erneute Messung durchgeführt. War der Blutalkoholspiegel am Ende des ersten Blocks unter 0.45‰ gefallen, wurde ebenfalls Alkohol nachdosiert. Die Zeitpunkte aller im Verlauf durchgeführten Atemalkoholmessungen können Tabelle 28 entnommen werden.

Vor der nüchtern durchgeführten Testung erhielten die Probanden nach demselben Schema nur Orangensaft ohne Alkohol. Die Atemalkoholmessungen wurden dennoch durchgeführt.

Vor der Verabschiedung wurde der noch vorhandene Blutalkoholspiegel bestimmt und den Probanden mitgeteilt. Sie wurden über die durchschnittliche Abbaurate von Alkohol informiert und verpflichteten sich schriftlich, kein Fahrzeug zu führen, solange sie noch unter Alkoholeinfluss stehen. Alle Probanden wurden nach Hause gebracht. Sie erhielten eine Aufwandsentschädigung.

9.3 Ergebnisse

9.3.1 Erzielter Blutalkoholspiegel

Zu Beginn der Testung sollten die Probanden einen Blutalkoholspiegel von 0.5‰ erreicht haben. Tabelle 28 zeigt, dass dies im Mittel gelungen ist. Erwartungsgemäß fiel der Blutalkoholspiegel im Verlauf des ersten Teils der Testung ab. Er lag vor der Pause im Mittel bei 0.36‰. Bei 11 der 18 Probanden (62%) musste in der Pause Alkohol nachgegeben werden. Zu Beginn des zweiten Teils der Testung lag der durchschnittliche Blutalkoholspiegel bei 0.51‰ und damit wieder auf dem angestrebten Niveau. Er fiel dann allerdings im Verlauf der weiteren Testung wieder bis auf 0.41‰ ab.

Tabelle 28: BAK [‰] im Verlauf der Testung (N=18).

Zeitpunkt		Δt [min.]	m BAK [‰]	SD BAK
Alkoholgabe	1. Dosis	-30	--	--
	2. Dosis	-15	--	--
Block 1: DT, COG, TAVTMB, 2HAND, VIGIL	Beginn	0	0.52	0.04
	Ende	60	0.36	0.09
Pause und Alkoholgabe				
Block 2: LVT, RT, WRBTV	Beginn	75	0.51	0.12
	Ende	105	0.41	0.06

9.3.2 Selbsteinschätzungen

Alkoholwirkung

Während im nüchternen Zustand keiner der Probanden angab, nicht fahrtüchtig zu sein, gab unter Einfluss von Alkohol jeder an, von sich aus nicht mehr mit dem Auto fahren zu wollen. Die von den Probanden angegebene Stärke der Alkoholwirkung lag über die gesamte Testung hinweg im mittleren Bereich der zehn Zentimeter langen Skala. Am Ende des zweiten Testteils war ein geringfügiger Abfall der Intensität zu verzeichnen. Die große Streuung weist auf interindividuelle Unterschiede zwischen den Probanden hin (Abbildung 30). Die Probanden gaben ferner an, von der Wirkung des Alkohols in ihrer Leistung beeinträchtigt zu sein. Für beide Testteile lagen auch hier die Urteile im mittleren Bereich der Skala. Auch hier fällt die recht große Streuung der Urteile auf, was darauf hinweist, dass das Ausmaß der Beeinträchtigung individuell unterschiedlich wahrgenommen wurde (Abbildung 31).

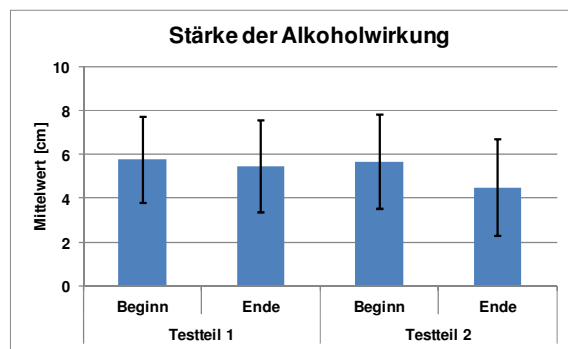


Abbildung 30: Mittelwert (± SD) Alkoholwirkung (0 = gar nicht / 10 = sehr stark).

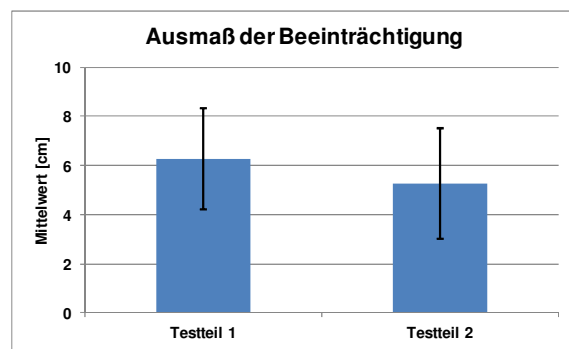


Abbildung 31: Mittelwert (± SD) Ausmaß der Beeinträchtigung (0 = gar nicht / 10 = sehr stark).

Leistung

Auf der zehn Zentimeter langen Skala gaben die Probanden ihre Leistung nüchtern mit 6.07 cm an, unter Alkoholeinfluss lag der Durchschnittswert nur noch bei 4.42cm (Tabelle 29). Damit schätzten die Probanden ihre Leistung unter Alkoholeinfluss schlechter ein als nüchtern ($F_{1, 17} = 22.564$, $p \leq .000$).

Anstrengung

Die Probanden sollten auf der 15cm langen RSM-Skala angeben, wie viel Anstrengung notwendig war, um die Tests zu bewältigen. Tabelle 29 zeigt, dass die Urteile der Probanden, wenn Sie die Testung nüchtern absolvierten, durchschnittlich bei etwa 4cm lagen. Wurden die Tests unter Alkoholeinfluss durchgeführt, war mehr Anstrengung notwendig. Die Urteile lagen dann im Mittel bei 5.62cm und damit geringfügig höher ($F_{1, 17} = 5.760$, $p \leq .028$).

Ermüdung

Die KSS umfasst den Wertebereich von 1 „extreme wach“ bis 9 „sehr müde; große Anstrengung erforderlich, um wach zu bleiben; kämpfe gegen das Einschlafen“. Sowohl nüchtern als auch unter Einfluss von Alkohol lagen die Urteile der Probanden im Bereich von 5 (Tabelle 29; $F_{1, 17} = 2.268$, $p \leq .150$). Dieser Skalenbereich ist mit „weder wach noch müde“ bezeichnet.

Tabelle 29: Mittelwert (SD) und Ergebnisse der Varianzanalyse für subjektive Maße (Leistung = „Wie gut war Ihre Leistung bei der Testung?“, Anstrengung = RSME, Müdigkeit = KSS; n = nüchtern, A = Alkohol 0.5‰); N = 18.

	Gruppe (m (sd))		ANOVA			
	n	A	df	F	p ≤	η^2
Leistung	6.07 (1.61)	4.42 (1.29)	1, 17	22.564	.000	.570
Anstrengung	4.34 (1.35)	5.62 (2.57)	1, 17	5.760	.028	.253
Müdigkeit	4.76 (1.32)	5.56 (1.98)	1, 17	2.268	.150	.118

9.3.3 Anteil bestandener Tests

Sowohl nüchtern als auch unter Einfluss von Alkohol erreichte die überwiegende Zahl der Probanden das Leistungskriterium (Tabelle 30). Selbst unter Alkoholeinfluss erzielten nahezu alle Probanden eine Leistung, die besser oder gleich war wie die, die von 16% in der Normstichprobe des jeweiligen

Tests erreichte. Tendenzielle Unterschiede, jeweils in Richtung einer schlechteren Leistung unter Alkoholeinfluss, gab es nur bei Betrachtung aller Tests nach FeV und beim Vigilanztest.

Im Durchschnitt bestanden die Probanden nüchtern 4.81 der fünf Tests nach FeV ($sd = .512$) und unter Alkoholeinfluss 4.61 ($sd = .502$). Von allen acht vorgegebenen Tests wurden im Schnitt nüchtern 7.48 ($sd = .602$) und unter Alkoholeinfluss 6.94 ($sd = .873$) bestanden.

Tabelle 30: Anteil der Fahrer [%], die die einzelnen Tests, alle Tests nach FeV [FeV] und die gesamte Testbatterie [alle] nüchtern [n] und unter Alkoholeinfluss [A] bestanden haben (N = 18).

Test	n [%]		A [%]	χ^2	p ≤
	N	21	18		
DT		95.2	88.9	.550	.458
COG		100.0	100.0	n.d.	n.d.
ATAVT		100.0	100.0	n.d.	n.d.
LVT		100.0	100.0	n.d.	n.d.
RT		85.7	72.2	.298	.432
alle nach FeV		85.7	61.1	3.007	.079
2HAND		100.0	100.0	n.d.	n.d.
WRBTV		71.4	55.6	1.061	.303
VIGIL		95.2	77.8	2.644	.104
alle Tests		52.4	27.8	2.425	.119

9.3.4 Testscore und Leistungsprofil

Alle nach FeV erforderlichen Tests sowie sämtliche Tests der Testbatterie wurden zu je einem Gesamtscore zusammengefasst (beschrieben in Kapitel 7.3.4.2). Die inferenzstatistische Auswertung mittels Varianzanalyse für abhängige Stichproben (Tabelle 31) zeigte weder einen signifikanten Unterschied für den Score aus den Tests nach FeV noch für den Score aus allen vorgegebenen Tests.

Tabelle 31: Mittelwert (SD) und Ergebnisse der ANOVA für die Gesamtscores aus den Prozenträngen der Tests nach FeV und aller Tests nüchtern [n] und unter Alkoholeinfluss [A]; höhere Werte = bessere Leistung.

	Gruppe		ANOVA		p ≤	η^2
	n	A	df	F		
FeV	61.28 (16.335)	63.594 (16.659)	1, 17	2.081	.167	.109
alle Tests	56.73 (13.138)	56.36 (13.245)	1, 17	.090	.767	.005

Auch die deskriptive Betrachtung auf Ebene der Einzeltests zeigt kaum alkoholbedingte Leistungsbeeinträchtigungen auf (Tabelle 32). Die deutlichste Verschlechterung unter Alkoholeinfluss war beim Vigilanztest feststellbar. Hier waren die Probanden weniger gut in der Lage, ihre Aufmerksamkeit bei monotonen Aufgaben über längere Zeit aufrechtzuerhalten, wenn sie Alkohol konsumiert hatten. Weiterhin war eine geringfügige alkoholbedingte Zunahme der Risikobereitschaft feststellbar. Diese zeigte sich in einem niedrigeren Durchschnittswert der im WRBTV erzielten Prozenträge. Im COG schnitten die Probanden unter Alkoholeinfluss hingegen

sogar etwas besser ab als nüchtern. Sie verfügten damit über ein etwas höheres Ausmaß an selektiver Aufmerksamkeit.

Tabelle 32: Mittelwert (SD) und Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVA für die Prozentränge der Hauptvariablen / Scores aus den Hauptvariablen nüchtern [n] und unter Alkohol [A]; höhere Werte = bessere Leistung; N = 18.

Test	Variable	n m (sd)	A m (sd)	p ≤	η ²
DT	Anzahl richtige Reaktionen	64.39 (29.167)	65.33 (31.258)	.706	.009
COG	Mittlere Zeit korrekte Zurückweisung	68.67 (21.758)	76.94 (20.857)	.033	.241
ATAVT	Überblicksgewinnung	58.61 (19.391)	60.28 (23.975)	.684	.010
LVT	Score	58.06 (24.673)	59.67 (20.065)	.709	.008
RT	Mittlere Reaktionszeit (msec.)	45.95 (28.111)	42.94 (30.079)	.740	.007
	Mittlere motorische Zeit (msec.) ¹⁴	64.19 (27.674)	68.56 (29.314)		
	Score	56.67 (21.271)	55.75 (22.884)		
2HAND	Mittlere Dauer gesamt	56.76 (29.740)	71.11 (26.595)	.202	
	Mittlere Fehlerdauer gesamt	62.90 (24.484)	66.22 (20.403)		
	Prozent Fehlerdauer gesamt	59.95 (25.905)	54.83 (26.903)		
	Score	59.22 (16.327)	64.06 (13.464)		
WRBTV	Risikobereitschaft in Verkehrssituationen	39.44 (29.604)	31.06 (23.730)	.052	.204
VIGIL	Anzahl Richtige	43.00 (24.560)	33.39 (25.862)	.009	.340
	Mittelwert der Reaktionszeit Richtige	58.62 (24.301)	42.33 (27.549)		
	Score	48.81 (20.315)	37.86 (24.671)		

Die Prüfung korrelativer Zusammenhänge zwischen dem Score aus den nach FeV vorgeschriebenen Tests und verschiedenen Merkmalen der Stichprobe ergab, dass nur das Alter der Probanden signifikant mit deren Leistung zusammenhängt (Tabelle 33). Je älter die Probanden waren, umso schlechter war ihre Leistung. Bei diesem Analyseschritt wurden nur die Daten der nüchtern durchgeführten Testungen berücksichtigt. Zwischen der tatsächlich erreichten Blutalkoholkonzentration und der Leistung bestand kein Zusammenhang.

¹⁴ Diese Hauptvariable wird bei der Auswertung nach FeV gemäß den Herstellervorgaben nicht berücksichtigt (Schuhfried GmbH, 2009).

Tabelle 33: Korrelation (Pearson) zwischen Score der Tests nach FeV und Stichprobenmerkmalen für die nüchtern durchgeführten Fahrten (N=21) bzw. die Fahrten unter Alkoholeinfluss (N = 18).

Merkmal	r	≤ p (zweiseitig)	N
Alter	-.643	.002	21
Geschlecht	-.060	.797	21
Fahrerfahrung (km letzte 12 Monate)	-.240	.294	21
Durchschnittlicher BAK ¹⁵ im Verlauf der Testung	-.032	.899	18

9.4 Zusammenfassung

Um zu prüfen, inwieweit sich Zustandsänderungen des Fahrers auf fahrsicherheitsrelevante Leistungsbereiche auswirken, absolvierten gesunde Autofahrer eine Testbatterie einmal nüchtern und einmal unter Einfluss von 0.5‰ Alkohol. Die im Verlauf der Testung durchgeführten Atemalkoholkontrollen bestätigten, dass dieser Wert erreicht und im Verlauf der Testung recht genau aufrechterhalten werden konnte.

Subjektiv fühlten sich die Probanden durch die Wirkung des Alkohols in ihrer Leistung beeinträchtigt. Wie bei dieser eher niedrigen Alkoholisierung zu erwarten, lagen die Angaben der Probanden dabei im mittleren Bereich der Skala. Auch schätzten die Probanden ihre Leistung unter Einfluss von Alkohol schlechter ein. Auf das wahrgenommene Ausmaß der Ermüdung hatte die Alkoholisierung hingegen keinen Einfluss. Die Probanden gaben aber an, dass mehr Anstrengung erforderlich war, um die Tests zu bearbeiten, wenn sie unter Alkoholeinfluss standen.

Die von den Probanden wahrgenommene Beeinträchtigung zeigte sich jedoch nicht in den Leistungsdaten. In nahezu allen durchgeführten Tests lag die Leistung, auch unter Alkoholeinfluss, noch mindestens auf dem Prozentrang 16. Dieser Wert stellt das Kriterium zum Bestehen der Tests dar. Gemäß den Vorgaben der FeV und den Begutachtungsleitlinien (BASt, 2010) lagen somit, selbst unter Alkoholeinfluss, keine Beeinträchtigungen in den für die sichere Teilnahme am Straßenverkehr notwendigen Leistungsbereichen vor.

Zusätzlich zu dieser kategorialen Betrachtung wurden die in den einzelnen Tests erreichten, und in Prozentränge transformierten Testscores, analysiert. Bei der Betrachtung der Gesamtleistung, hierfür war ein Summenscore über alle Tests als globales Leistungsmaß definiert worden, zeigte sich keine alkoholbedingte Beeinträchtigung. Die deskriptive Betrachtung auf Ebene der einzelnen Tests offenbarte, dass sich die alkoholbedingte Zustandsänderung nur auf einzelne Leistungsbereiche auswirkte. So war die Fähigkeit zur Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit unter monotonen Bedingungen unter Alkoholeinfluss beeinträchtigt (Vigilanztest) und die Risikobereitschaft war etwas erhöht (Wiener Risikobereitschaftstest). Im Test, der die Fähigkeit zur selektiven Aufmerksamkeit erfasst (Cognitrone), zeigte sich gar eine geringfügige Leistungsverbesserung unter Alkoholeinfluss.

Weder der erreichte Gesamtscore noch die Leistung in den einzelnen Tests stand mit dem erreichten Blutalkoholspiegel in Zusammenhang. Insgesamt schnitten Probanden mit zunehmendem Alter in der Testung etwas schlechter ab.

Einschränkend ist anzumerken, dass die Testung unter Alkoholeinfluss, aufgrund organisatorischer Bedingungen, immer erst nach der nüchtern absolvierten Testung durchgeführt wurde. Zwar wurde zwischen beiden Testungen im Mittel ein Zeitabstand von einer Woche eingehalten, jedoch können Lerneffekte nicht völlig ausgeschlossen werden. Möglicherweise wurde daher die alkoholbedingte

¹⁵ bezogen auf die Fahrten unter Alkoholeinfluss.

Beeinträchtigung durch eine übungsbedingte Leistungsverbesserung überlagert. Dagegen spricht jedoch der zeitliche Abstand, in dem die beiden Testungen durchgeführt wurden. Darüber hinaus stand am Beginn jedes Tests immer eine Übungsphase. Die eigentliche Testung begann computergesteuert nur dann, wenn ein definiertes Leistungskriterium erreicht wurde. Ein darüberhinausgehender Leistungszuwachs durch Übung sollte damit nicht vorhanden sein oder sich nur sehr geringfügig auswirken.

10 Studie 3: Messung der fahrrelevanten Leistung von Patienten mit chronischen Schmerzen unter analgetischer Medikation mit starken Opioiden mit dem Wiener Testsystem

Mit dieser Studie wurde untersucht, ob Schmerzpatienten bei einer Langzeitbehandlung mit Opioiden Beeinträchtigungen in Leistungsbereichen aufweisen, die für das sichere Fahren relevant sind. Für die Leistungsmessung wurden verkehrspsychologische Leistungstests des Wiener Testsystems eingesetzt. Gemäß den einschlägigen Vorgaben (BASt, 2010) wurde die Leistung der Patienten mit der Leistung einer altersunabhängigen Kontrollgruppe verglichen. Dazu wurden Daten aus Studie 2 herangezogen.

Die Daten der Patienten wurden zwischen Dezember 2009 und Juli 2010 als Teil einer klinischen Studie (EUDRACT-Nummer 2009-011774-15; Effects of opioid analgesics on driving ability of pain patients [Untersuchung zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten]), unter Einhaltung aller entsprechenden Vorgaben, erhoben.

10.1 Stichprobe

In die Studie gingen Daten von insgesamt 47 Probanden ein (Tabelle 36), wovon 26 Patienten mit chronischen Schmerzen waren. Hinzu kamen Daten der 21 gesunden Probanden aus Studie 2, die die Kontrollgruppe bildeten.

Die 15 männlichen und 11 weiblichen Schmerzpatienten waren an der Schmerzambulanz der Universitätsklinik Köln in Behandlung und zwischen 35 und 68 Jahre ($m = 54$, $sd = 8.28$) alt. Sie litten an chronischen, nicht durch Krebs verursachten Schmerzen, die auf die Behandlung mit Opiaten ansprachen. Die Dauer ihrer Erkrankung lag zwischen fünf und 40 Jahren ($md = 12.50$). Von den 26 Patienten litten 20 an Schmerzen des Stütz- und Bewegungsapparats. Drei Patienten litten an Schmerzen der inneren Organe, bei drei weiteren gingen die Schmerzen von anderen Bereichen des Körpers aus.

In Zusammenhang mit der Teilnahme an dieser Studie wurde keine Änderung der Medikation vorgenommen, so dass alle Patienten unter der individuell auf sie abgestimmten und seit mindestens 4 Wochen nicht mehr veränderten Medikation teilnahmen. Alle Patienten wurden mit starken Opioiden behandelt. Davon erhielten acht Hydromorphon, jeweils fünf Fentanyl und Oxycodon sowie je vier Buprenorphin bzw. Morphin. Bei allen Patienten lag die Dosierung des Opioids oberhalb einer Mindestdosis (Tabelle 34). Für die Begleitmedikamente, die typischerweise bei der Behandlung von chronischen Schmerzen eingesetzt werden, und denen ebenfalls eine psychoaktive Wirkung zugeschrieben wird, wurden im Vorfeld Dosisobergrenzen festgelegt (Tabelle 35). Diese wurden von den teilnehmenden Patienten nicht überschritten. Veränderungen in der Begleitmedikation waren noch bis 14 Tage vor dem Erhebungstermin zugelassen. Zwei Tage vor der Erhebung durften keine nicht-retardierten Opioide, Benzodiazepine, Barbiturate sowie Alkohol mehr eingenommen werden.

Die Kontrollgruppe war nach vier Altersgruppen geschichtet (20-30, 30-40, 40-50, 50-65 Jahre). Das Durchschnittsalter lag bei 43 Jahren ($sd = 10.68$). Sie bestand aus 13 Männern und 8 Frauen, die aus einem Probandenpool der Bundesanstalt für Straßenwesen rekrutiert wurden. Ausschlusskriterien waren das Vorliegen einer Erkrankung, die die Fahrsicherheit beeinträchtigt, eine bestehende oder vergangene Alkoholabhängigkeit sowie der Konsum von Medikamenten oder Drogen, von denen eine Beeinträchtigung der Fähigkeit zur sicheren Teilnahme am Straßenverkehr bekannt ist.

Tabelle 34: Mindestdosierungen der Opiode (h = Stunde, d = Tag).

Opioid	Applikationsform	Minstdosierung
Fentanyl	transdermal	12µg/h
Buprenorphin	transdermal	10µg/h
Oxycodon ¹⁶	oral	10mg/d
Hydromorphon	oral	4mg/d
Morphin	oral	20mg/d

Tabelle 35: Dosisobergrenzen (pro Tag) für gängige Begleitmedikamente mit psychoaktiver Wirkung.

Antidepressiva	Antikonvulsiva
Amitryptilin ≤ 75mg	Carbamazepin ≤ 1200mg
Doxepin ≤ 75mg	Oxcarbazepin ≤ 1800mg
Imipramin ≤ 75mg	Gabapentin ≤ 2400mg
Trazodon ≤ 100mg	Pregabalin ≤ 600mg
Sertralin ≤ 50mg	
Fluoxetin ≤ 20mg	
Fluvoxamin ≤ 75mg	
Duloxetin ≤ 120mg	
Venlafaxin ≤ 225mg	
Citalopram ≤ 10mg	

Mit 54 Jahren (sd = 8.28) war das Durchschnittsalter der Patienten etwas höher als das der Kontrollgruppe. Alle Probanden wurden vor dem Einschluss in die Studie umfassend medizinisch untersucht und über die Studie aufgeklärt. Von allen lag eine schriftliche Einwilligung zur Teilnahme vor.

Die gesunden Fahrer wie auch die Patienten verfügten zum Zeitpunkt der Studienteilnahme über eine gültige Fahrerlaubnis für PKW. Bis auf eine Patientin waren alle Teilnehmer in den vorausgehenden 12 Monaten mindestens 2000km mit einem PKW gefahren und fuhren, gemäß ihren eigenen Angaben, noch regelmäßig, mindestens einmal pro Woche, selbst. Diese eine Probandin wurde trotz der eigentlich zu niedrigen Fahrleistung in die Studie eingeschlossen, da sie zwar sehr regelmäßig, jedoch eher kurze Strecken mit dem PKW zurücklegte.

Mit 7500km lag der Median der in den vergangenen 12 Monaten gefahrenen Strecke in der Gruppe der Patienten insgesamt niedriger als in der Kontrollgruppe (md = 12000km). Wie aufgrund des höheren Durchschnittsalters der Patienten zu erwarten, war die durchschnittliche Dauer des Führerscheinbesitzes in dieser Gruppe auch etwas höher. Tabelle 36 zeigt die Stichprobenmerkmale beider Gruppen im Vergleich. Die vollständigen Ein- und Ausschlusskriterien für beide Gruppen sind im Anhang 17.7 aufgelistet.

¹⁶ z.T. als Kombinationspräparat mit Naloxon.

Tabelle 36: Übersicht der Stichprobenmerkmale.

Merkmale		Patienten (N = 26)	Kontrollgruppe (N = 21)
Alter (Jahre)	Mittelwert (sd)	54.00 (8.28)	43.10 (10.68)
Geschlecht	männlich N (%)	15 (58)	13 (62)
	weiblich N (%)	11 (42)	8 (38)
Fahrerfahrung (km letzte 12 Monate)	Median (Spannweite)	7500 (1200 - 25000)	12000 (2000 - 50000)
Dauer Fahrerlaubnis (Jahre)	Median (Spannweite)	34 (17 - 50)	25 (5 - 40)
Dauer der Schmerz Erkrankung (Jahre)	Median (Spannweite)	12.50 (5 - 40)	-
Schmerzdiagnose (N)	Muskuloskelettaler Schmerz	20	-
	Viszeraler Schmerz	3	-
	andere	3	-
Behandlungsdauer (Monate)	Median (Spannweite)	27 (1 – 192)	
Opioid (N; Median Dosis; Dosisbereich)	Fentanyl	5 (25µg/h; 25µg/h - 75µg/h)	
	Buprenorphin	4 (43.75µg/h; 35µg/h - 88µg/h)	
	Oxycodon	5 (140mg/d; 30mg/d – 150mg/d)	
	Hydromorphon	8 (20mg/d; 8mg/d – 56mg/d)	
	Morphinsulfat	4 (130mg/d; 60mg/d – 200mg/d)	

10.2 Studiendesign und Durchführung

Da bestehende Gruppen untersucht wurden, folgt die Untersuchung einem quasi-experimentellen Design. Nachdem die Teilnehmer umfassend über die Studie informiert wurden und nach ausreichender Bedenkzeit ihre schriftliche Einwilligung gegeben hatten, wurden zunächst demographische Daten und Daten zur Fahrerfahrung erfasst (Kapitel 7.2.1). Anschließend fand eine körperliche Untersuchung statt in deren Verlauf die Ein- und Ausschlusskriterien geprüft wurden.

Vor dem Beginn der Testung wurde bei allen Probanden eine Atemalkoholkontrolle durchgeführt sowie zusätzlich ein Schnelltest zum Nachweis von Drogen. Von den Patienten wurden Blut- und Speichelproben zur späteren Analyse entnommen.

Noch vor Beginn der Testung am Computer wurden den Teilnehmern eine Reihe von Fragebogen zur Bearbeitung vorgelegt (u.a. zu Nebenwirkungen der Medikation, Verwicklung in Unfälle, Gesundheitszustand, Stärke und Ausmaß der Beeinträchtigung durch Schmerzen). Diese werden in Kapitel 14 (Studie 7) berichtet.

Die eigentliche Testung am Computer nahm etwa 90 Minuten in Anspruch und entsprach im Ablauf Studie 2 in der Bedingung ohne Alkoholgabe. Wie aus dem Ablaufplan in Tabelle 37 zu entnehmen, bestand die Testung aus acht Einzeltests von unterschiedlicher Dauer, die in zwei Blöcken vorgegeben wurden. Zwischen beiden Blöcken wurde die Testung unterbrochen und nach einer Pause wieder fortgesetzt. Vor jedem Block wurden die Probanden nach ihrer Fahrtüchtigkeit befragt sowie nach ihrer Müdigkeit anhand der KSS (Kapitel 7.2.9). Zusätzlich wurde die Stärke der

Schmerzen erfasst (Kapitel 7.2.2). Am Ende jedes Blockes wurden erneut das Ausmaß der Ermüdung sowie die Schmerzintensität erfasst, darüber hinaus eine Bewertung der eigenen Leistung (Kapitel 7.2.2) und das Ausmaß der Anstrengung, das notwendig war, um die Tests zu bearbeiten (RSME; Kapitel 7.2.11).

Tabelle 37: Ablaufplan der Untersuchung.

Beginn	Ende	Patienten	Gesunde
09:00	09:30	Medizinische Untersuchung, Kontrolle der Ein-/Ausschlusskriterien	
09:30	10:00	Fragebogen	
10:00	10:15	Abgabe Blut-, Urin- und Speichelprobe	-
10:15	11:15	Testteil 1: DT, COG, TAVTMB, 2HAND, VIGIL	
11:15	11:30	Pause	
11:30	12:00	Testteil 2: LVT, RT, WRBTV	
12:00	12:05	Verabschiedung	Verabschiedung und Terminvergabe

10.3 Ergebnisse

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der toxikologischen Analyse der Blutproben dargestellt. Daran schließt sich die Darstellung der subjektiven Maße an, auf die die Ergebnisse der Leistungsmessung folgen.

10.3.1 Toxikologische Analyse der Blutproben

Die Konzentrationen der Opioide wurden im Vollblut sowie im Blutplasma bestimmt. Tabelle 38 zeigt die Ergebnisse zusammen mit den errechneten Konversionsfaktoren. Detailliertere Angaben und Ergebnisse der Analyse der Speichelproben sind bei Jantos und Skopp (2011) zu finden.

Tabelle 38: Ermittelte durchschnittliche Opioid-Konzentrationen in Vollblut und Blutplasma (Spannweite) unter Angabe des Vollblut-Plasma-Verhältnisses (Jantos & Skopp, 2011, S. 236); N = Anzahl der analysierten Proben.

Opioid	Vollblut [ng/mL]	Plasma [ng/mL]	Verhältnis Vollblut/Plasma [Intervall]	N
Buprenorphin	0.36 (0.21 – 0.48)	0.34 (0.18 – 0.47)	-	4
Fentanyl	39.04 (20.39 – 110.55)	27.38 (13.66 – 82.31)	0.62-1.02	5
Hydromorphon	5.56 (2.31 – 12.11)	5.64 (2.41 – 9.89)	0.91-1.22	8
Morphin	298.10 (82.36 – 479.10)	285.00 (85.74 – 468.85)	0.96-1.07	4
Oxycodon	39.04 (20.39 – 110.55)	27.38 (13.66 – 82.31)	1.29-1.76	5

10.3.2 Selbsteinschätzungen

Die Testung wurde in zwei Blöcken durchgeführt, zwischen denen eine fünfzehnminütige Pause lag. Angaben der Teilnehmer zur Schmerzstärke, ihrer Müdigkeit, zur Leistung sowie der erforderlichen Anstrengung lagen zu beiden Blöcken vor. Sofern nicht anders berichtet, basieren die im Folgenden dargestellten Ergebnisse auf den Durchschnittswerten beider Blöcke.

Schmerz

Im Durchschnitt lagen die Urteile zur Schmerzstärke im mittleren Skalenbereich, wobei deutliche Unterschiede zwischen den Patienten bestanden (Abbildung 32). Im Verlauf der Testung kam es zu keiner Veränderung der Schmerzintensität ($F_{3,75} = 0.625$, $p \leq .601$). Im Mittel gaben die Patienten an, dass ihre Leistung weder durch den Schmerz noch durch die Nebenwirkungen der Medikamente stark beeinträchtigt wurde. Allerdings bestanden auch hier wieder deutliche Unterschiede zwischen den Angaben der Patienten (Abbildung 33).

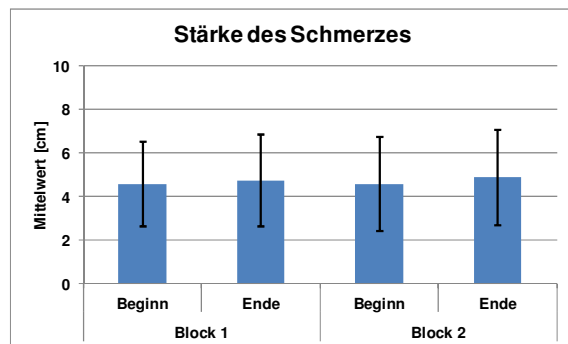


Abbildung 32: Mittelwert (\pm SD) Stärke des Schmerzes (0 = kein Schmerz / 10 = stärkster vorstellbarer Schmerz) zu Beginn und Ende der beiden Blöcke im Vergleich.

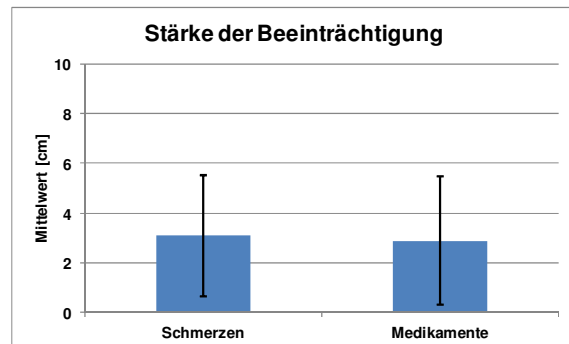


Abbildung 33: Mittelwert (\pm SD) Ausmaß der Beeinträchtigung durch den Schmerz und die Medikamente (0 = keine Beeinträchtigung / 10 = stärkste vorstellbare Beeinträchtigung).

Leistung

Sowohl die Patienten als auch die Gesunden schätzten ihre Leistung im mittleren bis oberen Skalenbereich ein (Tabelle 39). Ein statistisch bedeutsamer Unterschied konnte dabei zwischen beiden Gruppen nicht ausgemacht werden ($F_{1,45} = .000$, $p \leq .990$). Zur Erfassung der Urteile wurde eine 10cm lange Skala mit den Polen „sehr schlecht“ und „sehr gut“ verwendet.

Anstrengung

Das Ausmaß der Anstrengung wurde anhand der 15cm langen RSME erfasst. In der Tendenz erforderte die Bearbeitung der Tests von den Patienten mehr Anstrengung als von den Gesunden. Während der Durchschnittswert bei ersteren im Bereich lag, der mit „halbwegs anstrengend“ bezeichnet ist, lag er in der Vergleichsgruppe im Bereich, der mit „etwas anstrengend“ bezeichnet ist (Tabelle 39; $F_{1,45} = 3.517$, $p \leq .067$).

Müdigkeit

Die KSS umfasst den Skalenbereich 1 „sehr wach“ bis 9 „sehr müde; große Anstrengung erforderlich, um wach zu bleiben; kämpfe gegen das Einschlafen“. Wie aus Tabelle 39 zu ersehen, gaben die Teilnehmer in beiden Gruppen an, weder wach noch müde gewesen zu sein ($F_{1,45} = .006$, $p \leq .936$).

Tabelle 39: Mittelwert (SD) und Ergebnisse der ANOVA für die subjektiven Maße (Leistung = „Wie gut war Ihre Leistung bei der Testung?“, Anstrengung = RSME, Müdigkeit = KSS; P = Patienten, G = Gesunde).

Item	P (N = 26)	G (N = 21)	ANOVA df	F	p ≤	η^2
Leistung	6.08 (1.31)	6.07 (1.61)	1, 45	.000	.990	.000
Anstrengung	5.47 (2.49)	4.34 (1.35)	1, 45	3.517	.067	.072
Müdigkeit	4.73 (1.74)	4.76 (1.32)	1, 45	.006	.936	.000

10.3.3 Anteil bestandener Tests

Nach einschlägigen Vorgaben gilt ein Test als bestanden, wenn die in den Prozentrang umgerechnete Leistung größer oder gleich 16 ist. Neben den fünf nach FeV erforderlichen Tests (DT, COG, ATAVT, LVT, RT), umfasste die Testbatterie noch drei weitere. Entsprechend wird in der folgenden Darstellung nach den fünf vorgeschriebenen Tests (kurz: FeV) und allen Tests (kurz: alle Tests) unterschieden.

Während nur 42% der Patienten in allen fünf vorgeschriebenen Tests einen Prozentrang von mindestens 16 erreichten, waren dies bei den Gesunden 86% und damit deutlich mehr (Tabelle 40). Im Durchschnitt bestanden die Patienten 4.23 der fünf Tests (sd = .815), die Gesunden allerdings kaum mehr, nämlich 4.81 (sd = .512). In beiden Gruppen wurden immer mindestens zwei der fünf Tests bestanden, nie weniger.

Tabelle 40: Prozentualer Anteil der Patienten (P) und Gesunden (G), die die einzelnen Tests, alle Tests nach FeV [FeV] und die gesamte Testbatterie [alle] bestanden haben.

Test	P [%] N	G [%] 21	χ^2	p ≤	Cramer-V
DT	73.1	95.2	4.039	.044	.293
COG	96.2	100.0	.825	.364	.133
ATAVT	88.5	100.0	2.588	.108	.235
LVT	88.5	100.0	2.588	.108	.235
RT	76.9	85.7	.580	.446	.111
alle nach FeV	42.3	85.7	9.263	.002	.444
2HAND	91.7	100.0	1.831	.176	.202
WRBTV	92.3	71.4	3.586	.058	.276
VIGIL	96.2	95.2	.024	.887	.023
alle Tests	38.5	52.4	.911	.340	.139

Die Betrachtung der einzelnen Tests zeigte nur beim Determinationstest einen deutlichen Gruppenunterschied in der Häufigkeit des Bestehens (Tabelle 40). Somit waren weniger Patienten als Gesunde in der Lage, bei einfachen Mehrfachreiz-Reaktionsaufgaben über längere Zeit hinweg ausreichend schnell und richtig zu reagieren. Tendenziell haben auch weniger Patienten den ATAVT bestanden, selbiges gilt für den LVT. Somit waren weniger Patienten in der Lage, Verkehrssituationen ausreichend schnell und genau zu erfassen. Ebenso war der Anteil der Patienten, der über eine ausreichend hohe Wahrnehmungsleistung im Sinne einer Überblicksgewinnung verfügte, niedriger.

Bei der Ausweitung des Vergleichs auf alle durchgeführten Tests fand sich kein Unterschied mehr in der Häufigkeit des Bestehens zwischen beiden Gruppen. Im Mittel bestanden die Patienten 6.69 (sd = 1.148) aller acht Tests, die Gesunden 7.48 (sd = .602). Allerdings waren die Patienten den Gesunden beim Wiener Risikobereitschaftstest tendenziell überlegen. Hier gingen weniger Patienten als Gesunde in Verkehrssituationen ein zu hohes Risiko ein.

10.3.4 Testscore und Leistungsprofil

Beim zuvor durchgeführten Vergleich der beiden untersuchten Gruppen wurde nur eine kategoriale Betrachtung angestellt. Das tatsächlich erreichte Leistungsniveau blieb dabei unberücksichtigt. Dies soll im Folgenden geschehen, in dem die in Prozentränge transformierte individuelle Leistung der Teilnehmer betrachtet wird. Dazu wurden alle fünf nach FeV erforderlichen Tests sowie alle vorgegebenen Tests zu je einem Gesamtscore zusammengefasst (siehe hierzu Kapitel 7.3.4.2).

Wie die statistische Analyse zeigt (Tabelle 41), waren die Patienten den gesunden Fahrern in Bezug auf die fahrsicherheitsrelevante Leistung unterlegen. Dies traf sowohl bei Betrachtung nur der Tests zu, die die nach FeV vorgeschriebenen Leistungsbereiche erfassen, als auch bei Betrachtung aller durchgeführten Tests.

Tabelle 41: Mittelwert (SD) und Ergebnisse der ANOVA für die Scores aus den Prozenträngen der Tests nach FeV und aller Tests (höhere Werte = bessere Leistung); P = Patienten, G = Gesunde.

	Gruppe P (N = 26)	G (N = 21)	ANOVA df	F	p ≤	η^2
FeV	43.54 (14.91)	62.86 (15.69)	1, 46	18.630	.000	.293
alle Tests	46.82 (11.64)	57.76 (12.49)	1, 46	9.622	.003	.176

Wie eingangs erwähnt, lag das Durchschnittsalter der Patienten über dem der gesunden Fahrer. Die Aufnahme des Alters als Covariate in die Varianzanalyse zeigte, dass das Alter einen signifikanten Einfluss auf die Testleistung hatte (Alter: $F_{1, 44} = 11.797$, $p \leq .001$). Der Unterschied zwischen Patienten und Gesunden blieb jedoch auch im korrigierten Modell signifikant (Bedingung: $F_{1, 44} = 5.768$, $p \leq .021$). Er war folglich nicht alleine auf den Altersunterschied zurückzuführen. Auch beim Score, in den alle durchgeführten Tests eingingen, war ein statistisch bedeutsamer Einfluss des Alters auszumachen (Alter: $F_{1, 44} = 10.288$, $p \leq .002$). In dem um den Alterseinfluss korrigierten Modell zeigte sich der Gruppenunterschied jedoch nur noch in der Tendenz (Bedingung: $F_{1, 44} = 1.718$, $p \leq .197$).

Tabelle 42 zeigt den Vergleich der in beiden Gruppen erzielten Leistung auf Ebene der einzelnen Tests. Da dieser Analyseschritt Bestandteil einer geschlossenen Testprozedur ist, wurde dabei auf die Korrektur der Irrtumswahrscheinlichkeiten verzichtet.

Die Patienten waren den Gesunden in fünf der insgesamt acht Tests unterlegen. Vier dieser Tests gehörten zum Test-Set FeV. Am deutlichsten war der Unterschied bei der Leistung im Determinationstest. Patienten waren demnach weniger gut in der Lage, auf einfache Reize schnell und richtig zu reagieren. Das schlechtere Abschneiden der Patienten im Reaktionstest deutet auf Einschränkungen in der Reaktionsgeschwindigkeit hin. Ihre Unterlegenheit im Linienverfolgungstest weist auf Defizite im Bereich der selektiven Aufmerksamkeit und der Fähigkeit zu Überblicksgewinnung hin. Das schlechtere Abschneiden der Patienten im Tachistoskopischen Verkehrsauffassungstest zeigt, dass Einschränkungen in der Fähigkeit, Verkehrssituationen schnell

und detailliert zu erfassen, bestanden. Diesen Leistungsdefiziten steht jedoch eine niedrigere Risikobereitschaft der Patienten gegenüber, erkennbar am höheren durchschnittlichen Prozentrang, der in dieser Gruppe im Wiener Risikobereitschaftstest Verkehr erreicht wurde.

In Bezug auf die Fähigkeit zur Aufrechterhaltung der Konzentration unter monotonen Bedingungen, die mit dem Vigilanztest erfasst wurde, fanden sich keine Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Auch scheinen keine motorischen Beeinträchtigungen der Patienten bestanden zu haben. Diese hätten zu einem schlechteren Abschneiden im Zweihand-Koordinations-Test führen müssen.

Tabelle 42: Mittelwert (SD) und Ergebnisse der ANOVA für die Prozentränge der Hauptvariablen / Scores aus den Hauptvariablen für Patienten (P) und Gesunde (G) im Vergleich; (höhere Werte = bessere Leistung).

Test	Variable	P m (sd)	G m (sd)	p ≤	η ²
DT	Anzahl richtige Reaktionen	34.73 (25.718)	68.48 (28.781)	.000	.289
COG	Mittlere Zeit korrekte Zurückweisung	61.96 (24.404)	70.95 (20.953)	.188	.038
ATAVT	Überblicksgewinnung	39.88 (21.759)	59.05 (18.635)	.003	.185
LVT	Score	43.15 (25.145)	60.76 (24.364)	.020	.115
RT	Mittlere Reaktionszeit (msec.)	33.65 (21.894)	45.95 (28.111)	.006	.155
	Mittlere motorische Zeit (msec.) ¹⁷	42.27 (27.756)	64.19 (27.674)		
	Score	37.96 (20.287)	55.07 (20.333)		
2HAND	Mittlere Dauer gesamt	40.17 (23.943)	56.76 (29.740)	.175	.042
	Mittlere Fehlerdauer gesamt	55.17 (29.914)	62.90 (24.484)		
	Prozent Fehlerdauer gesamt	60.75 (27.464)	59.95 (25.905)		
	Score	52.03 (21.244)	59.87 (16.085)		
WRBTV	Risikobereitschaft in Verkehrssituationen	58.15 (28.032)	37.10 (29.237)	.016	.123
VIGIL	Anzahl Richtige	43.62 (26.649)	43.00 (24.560)	.982	.000
	Mittelwert der Reaktionszeit Richtige	57.69 (27.150)	58.62 (24.301)		
	Score	50.65 (23.702)	50.809 (21.74)		

¹⁷ Diese Hauptvariable wird bei der Auswertung nach FeV gemäß den Herstellervorgaben nicht berücksichtigt (Schuhfried GmbH, 2009).

Zwischen dem Testscore und dem Alter bestand ein negativer Zusammenhang (Tabelle 43), worin deutlich wird, dass mit dem Alter ein Leistungsrückgang einhergeht. Die Fahrerfahrung stand hingegen in keinem bedeutsamen Zusammenhang zur erzielten Leistung, selbiges gilt für das Geschlecht der Getesteten.

Weder die Dauer der Schmerzerkrankung noch die Stärke der Schmerzen, die bei der Testung noch vorhanden waren, hingen mit der erzielten Testleistung zusammen. Ebenso war kein Zusammenhang zu der in Morphinäquivalenzdosen umgerechneten analgetischen Medikation auszumachen (Tabelle 43).

Tabelle 43: Korrelation (Pearson) zwischen Gesamtscore aus den Tests nach FeV und Stichprobenmerkmalen.

Merkmal	r	≤ p (zweiseitig)	N
Alter	-.608	.000	47
Geschlecht	-.079	.596	47
Fahrerfahrung (km letzte 12 Monate)	.083	.577	47
Dauer Schmerzerkrankung	.141	.491	26
Morphin- äquivalenzdosis	.164	.424	26
Schmerzstärke <u>vor</u> der Testung	-.035	.865	26
Schmerzstärke <u>nach</u> der Testung	-.049	.811	26

10.4 Zusammenfassung

In dieser Studie wurde untersucht, in wie weit Patienten mit chronischen Schmerzen unter Langzeitbehandlung mit Opioiden, Beeinträchtigungen in kognitiven und motorischen Bereichen aufweisen, die für die Teilnahme am Straßenverkehr von Bedeutung sind. Für diesen Vergleich wurden Daten einer altersunabhängigen Kontrollgruppe herangezogen.

Befragt nach der Stärke ihrer Schmerzen, gaben die Patienten eine mittlere Ausprägung an, wobei allerdings deutliche Unterschiede zwischen den Patienten auffielen. Im Verlauf der Testung nahm die Schmerzstärke nicht zu, was zu einer Beeinträchtigung der Testleistung hätte führen können. Die Patienten fühlten sich von den Schmerzen und den Nebenwirkungen der Medikamente in ihrer Leistungsfähigkeit nur wenig beeinträchtigt.

Beide Gruppen schätzten die erreichte Leistung selbst als eher gut ein. Von den Patienten musste aber etwas mehr Anstrengung aufgebracht werden, um die Tests zu bearbeiten. Die Testung ermüdete Patienten und Gesunde gleichermaßen wenig.

Nur 42% der Patienten erreichten in allen fünf vorgeschriebenen Tests (DT, COG, ATAVT, LVT, RT) einen Prozentrang von 16 und damit das Kriterium zum Bestehen. Dieses Kriterium erreichten jedoch auch nur 86% der gesunden Probanden, obwohl alle in Besitz eines gültigen Führerscheins waren und regelmäßig fuhren. Beim Determinationstest war der Unterschied zwischen beiden Gruppen am deutlichsten. Demnach waren weniger Patienten in der Lage, bei Mehrfachreiz-Reaktionsaufgaben über einen längeren Zeitraum hinweg ausreichend schnell und richtig zu reagieren. Die Risikobereitschaft der Patienten war tendenziell geringer als die der gesunden Fahrer.

Betrachtet man die Leistungsprofile beider Gruppen, bestätigt sich dieser Befund der kategorialen Betrachtung. In fünf der acht vorgegebenen Test schnitten die Patienten schlechter ab als die Vergleichsgruppe. Sie waren weniger gut in der Lage, auf Reize schnell und korrekt zu reagieren, wiesen Einschränkungen bei der Reaktionsgeschwindigkeit auf sowie bei der selektiven Aufmerksamkeit. Die Patienten waren darüber hinaus weniger gut in der Lage, Verkehrssituationen schnell und korrekt zu erfassen. Motorisch waren die Patienten den gesunden Fahrern hingegen nicht unterlegen und sie konnten ihre Aufmerksamkeit unter monotonen Bedingungen ebenso gut aufrechterhalten wie die gesunden Fahrer. Im Vergleich zu den gesunden Fahrern zeigten sich die Patienten deutlich weniger risikobereit.

Mit zunehmendem Alter ging ein Leistungsrückgang einher. Weder die Schmerzstärke noch die Stärke der analgetischen Medikation – hier wurde für die verschiedenen Opiode die Morphinäquivalenzdosis bestimmt – hingen mit der Testleistung zusammen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Patienten Beeinträchtigungen in einigen verkehrssicherheitsrelevanten Leistungsbereichen aufwiesen. Jedoch war ihre Risikobereitschaft in Verkehrssituation geringer, was ein kompensatorischer Faktor sein kann. Patienten waren ebenso gut wie Gesunde in der Lage, ihre Aufmerksamkeit unter monotonen Bedingungen aufrechtzuerhalten.

11 Studie 4: Erfassung alkoholbedingter Leistungsbeeinträchtigungen in einem standardisierten Fahrversuch

Dieser Fahrversuch wurde durchgeführt um zu prüfen, ob alkoholbedingte Beeinträchtigungen mit dieser Messanordnung nachgewiesen werden können. Hierfür absolvierten gesunde Fahrer den Fahrversuch je einmal nüchtern und einmal mit einem Blutalkoholspiegel von 0.5‰. Die Datenerhebung erfolgte von März bis September 2010 und wurde in Zusammenarbeit mit der Universität Maastricht in Maastricht durchgeführt. Dieser Fahrversuch war Teil des Untersuchungsvorhabens mit der EUDRACT-Nummer 2009-011774-15 (Effects of opioid analgesics on driving ability of pain patients [Untersuchung zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten]).

11.1 Stichprobe

An diesem Fahrversuch nahmen 19 der 21 gesunden Fahrer teil, die auch an Studie 2 teilgenommen haben. Diese Gruppe setzte sich aus 12 Männern und 7 Frauen zusammen (Tabelle 44), deren Alter zwischen 23 und 58 Jahren lag. Das Durchschnittsalter war bei 43 Jahren ($sd = 11.07$). Der Median der innerhalb der letzten 12 Monaten gefahrenen Strecke betrug 12 000km. Alle Fahrer waren mindestens seit fünf Jahren in Besitz eines PKW-Führerscheins und fuhren noch regelmäßig selbst.

Da dieselben Ein- und Ausschlusskriterien (siehe im Anhang 17.7) galten wie in Studie 2, wurden auch hier aufgrund der Alkoholgabe Probanden mit bestehender oder vergangener Alkoholabhängigkeit von der Teilnahme ausgeschlossen, ebenso Fahrer, die, bedingt durch eine bestehende Erkrankung oder aufgrund ihrer Medikation, keinen Alkohol konsumieren durften. Auch konnten keine Fahrerinnen mit bestehender Schwangerschaft oder während der Stillzeit teilnehmen sowie auch solche, ohne ausreichend sichere Form der Verhütung.

Alle Fahrer und fünf der sieben Fahrerinnen absolvierten den Fahrversuch sowohl nüchtern als auch unter Alkohol. Die Gründe für die vorzeitige Beendigung der Teilnahme der beiden Fahrerinnen waren persönlicher Art und standen nicht in Zusammenhang mit der Studie. Somit lagen von 17 der 19 Fahrer sowohl Daten zur nüchtern absolvierten Fahrt vor als auch zur Fahrt unter Alkoholeinfluss. Dies entsprach einem Anteil von 89%.

Von allen Probanden lag eine schriftliche Einverständniserklärung zur Teilnahme vor. Für ihre Teilnahme erhielten die Probanden eine Aufwandsentschädigung.

Tabelle 44: Stichprobenbeschreibung.

Alter (Jahre)	m (sd)	43 (11.07)
Geschlecht	männlich N (%)	12 (63%)
	weiblich N (%)	7 (37%)
Fahrerfahrung	Median km	12000
(km letzte 12 Monate)	(Spannweite)	(2000 - 50000)
Dauer Fahrerlaubnis	Median	25
(Jahre)	(Spannweite)	(5 - 40)

11.2 Studiendesign und Durchführung

Dieser Studie lag ein abhängiger Versuchsplan mit dem Faktor „Alkohol“ (nüchtern vs. 0.5‰) zugrunde. Um die Vorgaben des Probandenschutzes zu erfüllen, musste die erste Fahrt immer nüchtern durchgeführt werden. Nur Probanden, bei denen seitens des Fahrlehrers keine Sicherheitsbedenken bestanden, durften auch unter Alkoholeinfluss fahren.

Die Fahrten wurden in den Niederlanden bei Maastricht durchgeführt. Aufgrund des zeitlichen Aufwands für die Durchführung und für den Transfer der Probanden zwischen Köln und Maastricht, konnte an jedem Erhebungstag nur eine Fahrt absolviert werden. Tabelle 45 zeigt den zeitlichen Ablauf in der Übersicht, der im Folgenden ausgeführt wird.

Alle Fahrer wurden von einem Versuchsleiter zu Hause abgeholt und im Messfahrzeug bis zu einem Rastplatz kurz hinter der deutsch-niederländischen Grenze gefahren. Dort trafen sie auf den Fahrlehrer, der ihnen zunächst eine Einweisung in das Fahrzeug gab. Von diesem Treffpunkt aus fuhren die Probanden dann selbst bis zum Gebäude der Universität Maastricht. Sie hatten so die Möglichkeit, sich auf einer Autobahnstrecke von ca. 30km Länge mit dem Fahrzeug vertraut zu machen. Während dieser Fahrt wurde der Road-tracking Test demonstriert und der Ablauf des Car-following Test (Kapitel 7.4.2) geübt. Deshalb wurde die zweite Hälfte dieser Strecke in Folgefahrt hinter dem zweiten Messfahrzeug zurückgelegt. Vom Versuchsleiter in diesem Fahrzeug wurden mindestens drei Bremsereignisse initiiert und mindestens drei Geschwindigkeitsänderungszyklen durchgeführt. Der Fahrlehrer gab den Probanden dabei, wenn nötig, weitere Hilfestellungen.

Die zum Erreichen des Blutalkoholspiegels von 0.5‰ erforderliche Menge Alkohol wurde, aufgeteilt auf drei Dosen und vermischt mit Orangensaft, 60, 40 und 20 Minuten vor Beginn des Road-tracking Test verabreicht (Kapitel 7.7). Etwa 20 Minuten dauerte die Fahrt vom Universitätsgebäude zum Startpunkt der Strecke. Vor und mehrmals während des gesamten Fahrversuchs wurden Atemalkoholmessungen durchgeführt (Tabelle 46). Bei Bedarf wurde weiterer Alkohol verabreicht, um den Blutalkoholspiegel bei mindestens 0.45‰ zu halten. Bei den nüchtern durchgeführten Fahrten erhielten die Fahrer nach demselben Schema Orangensaft ohne Alkohol. Die Atemalkoholmessungen wurden analog durchgeführt und den Probanden wurde nicht mitgeteilt, dass sie keinen Alkohol erhielten. Zwischen dem Road-tracking Test und dem Car-following Test wurde am Universitätsgebäude eine Pause gemacht, in der erneut Alkohol bzw. Placebo verabreicht wurde.

Vor dem Road-tracking Test und dem Car-following Test sollten die Probanden angeben, ob sie noch fahrtüchtig waren. Sowohl vor als auch nach diesen beiden Tests wurde ihre Müdigkeit mit der KSS (Kapitel 7.2.9) erfasst. Über eine visuelle Analogskala mit einer Länge von 10cm wurde die Stärke der Alkoholwirkung erfragt (Kapitel 7.2.2). Am Ende der beiden Tests nahmen die Fahrer noch eine Bewertung ihrer eigenen Leistung vor, wozu dieselbe visuelle Analogskala eingesetzt wurde (Kapitel 7.2.2). Zusätzlich machten sie auf der RSME (Kapitel 7.2.11) Angaben dazu, wie anstrengend der gerade absolvierte Test für sie war. Der Fahrlehrer dokumentierte und bewertete die Fahrten wie in Kapitel 7.4.4 beschrieben.

Nach Abschluss der Fahrten wurden die Probanden nach Hause gebracht. Vor der Verabschiedung wurden sie noch über ihren aktuellen Blutalkoholspiegel und über die durchschnittliche Abbaurate von Alkohol informiert. Sie verpflichteten sich schriftlich, kein Fahrzeug im Straßenverkehr zu führen, solange sie noch unter Alkoholeinfluss stehen.

Tabelle 45: Ablaufplan des Fahrversuchs.

Beginn	Ende	Nüchtern	Alkohol
09:00	10:30	Transfer zur niederländischen Grenze	
11:00	11:45	Treffen mit dem Fahrlehrer, Fahrt zur Universität Maastricht mit Eingewöhnung an das Fahrzeug und die Fahrmanöver	
11:45	12:15	Placebogabe im Universitätsgebäude	Alkoholgabe im Universitätsgebäude
12:15	12:30	Fahrt zum Startpunkt des Road-tracking Test	
12:30	13:30	Road-tracking Test	
13:30	13:45	Rückfahrt zum Universitätsgebäude	
13:45	14:00	Pause und Placebogabe	Pause und Alkoholgabe
14:00	14:05	Fahrt zum Startpunkt des Car-following Test	
14:05	14:45	Car-following Test	
14:45	15:00	Rückfahrt zum Universitätsgebäude	
15:00	15:10	Pause	
15:10	16:45	Transfer nach Köln	

11.3 Ergebnisse

Vor der Darstellung der subjektiven Daten und der Leistungsdaten, werden im Folgenden zunächst die Daten der Atemalkoholverlaufsmessung gezeigt. Außerdem werden Angaben zur Vergleichbarkeit der in beiden Bedingungen durchgeführten Fahrten gemacht.

11.3.1 Erzielter Blutalkoholspiegel

Im Durchschnitt erhielten die Fahrer vor Beginn des Road-tracking Tests 47mL Alkohol (96 Vol.). Diese Menge variierte in Abhängigkeit vom Geschlecht und Gewicht der Fahrer ($sd = 10.61$; $min = 32.5mL$; $max = 62.9mL$). Vor Beginn des Road-tracking Tests sollte ein Blutalkoholspiegel von 0.5‰ erzielt und über die Dauer des Fahrversuchs aufrechterhalten werden. Aufgrund der in den Niederlanden geltenden gesetzlichen Bestimmungen durfte der Wert von 0.5‰ nicht wesentlich überschritten werden. Im Verlauf des Road-tracking Tests wurden vier Atemalkoholkontrollen durchgeführt und zwei weitere zu Beginn und am Ende des Car-following Test (Tabelle 46).

Wie aus Tabelle 46 zu entnehmen, wurde der angestrebte Blutalkoholspiegel sowohl zu Beginn des Road-tracking Tests als auch zu Beginn des Car-following Tests im Mittel recht genau erreicht. Nach dem ersten Drittel der Strecke wurde beim Road-tracking Test Alkohol nachdosiert, falls die Atemalkoholmessung eine BAK unter 0.45‰ ergab. Dies war bei sieben der 17 Fahrer (41%) erforderlich. Da der Alkoholspiegel am Ende des Road-tracking Test deutlich abgefallen war, erhielten alle Fahrer in der Pause zwischen Road-tracking Test und Car-following Test zusätzlichen Alkohol.

Tabelle 46: BAK (%) im Verlauf des Fahrversuchs (N=17); Δt = Zeit seit Start des Road-tracking Test.

Zeitpunkt		Δt [min.]	m BAK [‰]	SD BAK
Alkoholgabe	1. Dosis	-60	--	--
	2. Dosis	-40	--	--
	3. Dosis	-20	--	--
Road-tracking	Start	0	0.49	0.11
Test	nach 1. Runde	23	0.49	0.11
	nach 2. Runde	46	0.48	0.07
	nach 3. Runde	69	0.39	0.07
	(= Ende)			
Pause und Alkoholgabe am Universitätsgebäude				
Car-following	Start	105	0.45	0.07
Test	Ende	140	0.35	0.05

11.3.2 Vergleichbarkeit der Verkehrsbedingungen

Beim Road-tracking Test hängt die Anzahl der erforderlichen Überholmanöver von der Verkehrsdichte ab. Mit der Anzahl der Überholmanöver sinkt die Monotonie. Die Anzahl der Überholmanöver wurde deshalb als Maß für die Vergleichbarkeit der Verkehrsbedingungen herangezogen. Wie in Abbildung 34 zu sehen, wurden bei den nüchtern ($m = 19.11$; $sd = 7.46$) und bei den unter Alkoholeinfluss ($m = 21.65$; $sd = 7.07$) durchgeführten Fahrten vergleichbar viele Überholmanöver durchgeführt. Damit lagen bei den Fahrten in beiden Bedingungen absolut vergleichbare Verkehrsbedingungen vor.

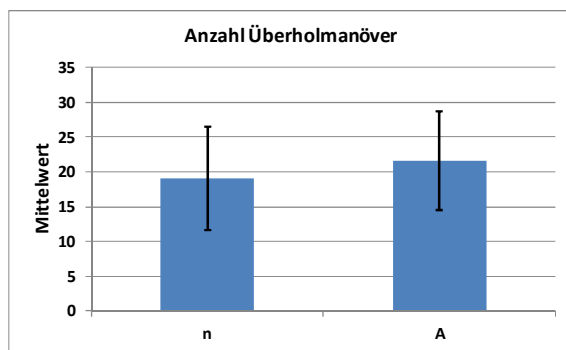


Abbildung 34: Durchschnittliche Anzahl (\pm SD) der Überholmanöver im Road-tracking Test (n = nüchtern, A = Alkohol 0.5‰).

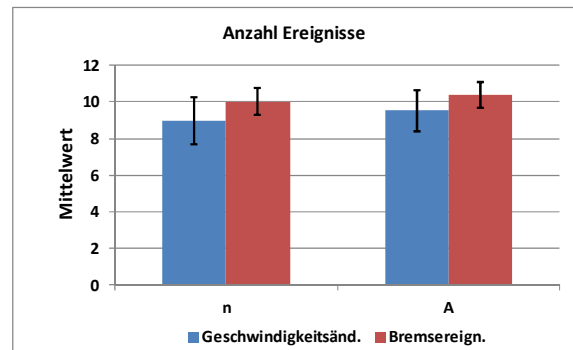


Abbildung 35: Durchschnittliche Anzahl (\pm SD) der erfolgreich durchgeführten Geschwindigkeitsänderungszyklen und Bremsereignisse im Car-following Test (n = nüchtern, A = Alkohol 0.5‰).

Die Geschwindigkeitsänderungszyklen konnten beim Car-following Test nur initiiert werden, wenn die Fahrzeuge bereits einige Zeit mit gleichbleibender Geschwindigkeit hintereinander gefahren waren und, wenn sich zusätzlich vor dem ersten Fahrzeug keine langsameren Fahrzeuge befanden. Auch die Bremsereignisse konnten nur dann ausgelöst werden, wenn die Fahrzeuge bereits einige Zeit mit gleicher Geschwindigkeit hintereinander gefahren waren und der Proband nicht mehr mit der Anpassung seiner Fahrgeschwindigkeit beschäftigt war.

Für den Car-following Test stellt daher die Anzahl der erfolgreich ausgeführten Ereignisse ein Maß für die Verkehrsdichte und damit für die Vergleichbarkeit der Verkehrsbedingungen dar. Der

Untersuchungsleiter hatte die Aufgabe, von beiden Ereignissen mindestens acht, verteilt über die Fahrt, durchzuführen. Wie Abbildung 35 zeigt, wurde diese Vorgabe im Mittel eher übertroffen. Der Umstand, dass zwischen beiden Bedingungen kaum Unterschiede bestanden zeigt, dass jeweils vergleichbare Verkehrsbedingungen vorlagen.

11.3.3 Selbsteinschätzungen

Im Verlauf des Fahrversuchs wurden die Fahrer zu unterschiedlichen Aspekten befragt. Soweit nicht anders vermerkt, beziehen sich die hier dargestellten Ergebnisse aus diesen Befragungen immer auf den Road-tracking Test bzw. den Car-following Test als Ganzes. Eine Untersuchung der zeitlichen Verläufe war Gegenstand von Studie 5.

Alkoholwirkung

Vor Beginn des Road-tracking Tests und auch vor Beginn des Car-following Tests sollten die Fahrer angeben, ob sie noch fahrtüchtig waren. Bei den Fahrten unter Alkoholeinfluss verneinten dies vor dem Road-tracking Test 14 der 17 Fahrer (82%). Drei der Fahrer waren unentschieden (12%) und nur ein Fahrer (6%) schätzte sich als völlig fahrtüchtig ein. Vor dem Car-following Test gaben 15 Fahrer (88%) in dieser Bedingung an, nicht mehr fahrtüchtig zu sein. Immerhin zwei Fahrer (12%) waren trotz des konsumierten Alkohols noch der Ansicht, völlig fahrtüchtig zu sein. Bei allen nüchtern durchgeführten Fahrten schätzten sich alle Fahrer als uneingeschränkt fahrtüchtig ein.

Die Stärke der Alkoholwirkung und das Ausmaß der durch Alkohol verursachten Beeinträchtigung wurden mit Hilfe von visuellen Analogskalen erfasst. Auf der 10cm langen Skala zur Stärke der Alkoholwirkung (Pole: 0 – kein Effekt und 10 – stärkster vorstellbarer Effekt) lagen die Angaben der Fahrer sowohl vor als auch nach beiden Fahrmanövern im mittleren Bereich. Ein Effekt des Alkohols war demnach deutlich zu spüren (Abbildung 36). Nach Abschluss der Fahrten gaben die Fahrer an, wie sehr der Alkohol ihre Leistung beeinträchtigte. Auch hier lagen die Urteile im mittleren Skalenbereich (Abbildung 37).

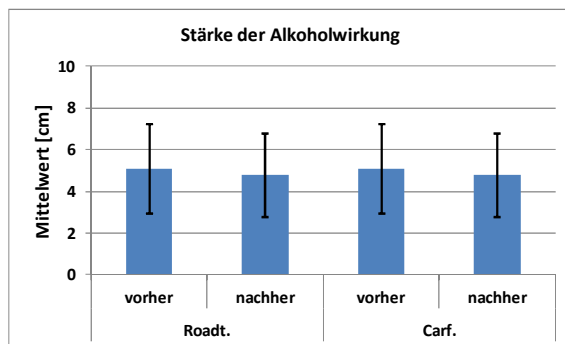


Abbildung 36: Mittelwert (\pm SD) Stärke der Alkoholwirkung (0 = keine Wirkung / 10 = stärkste vorstellbare Wirkung).

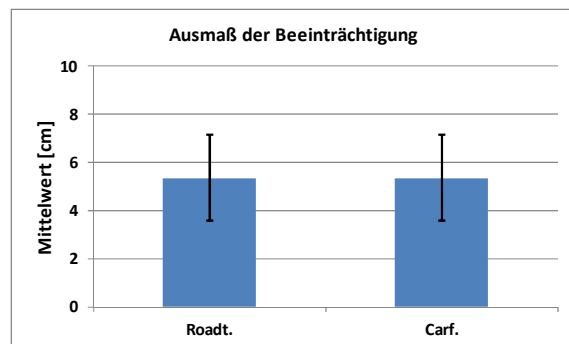


Abbildung 37: Mittelwert (\pm SD) Ausmaß der Beeinträchtigung durch den Alkohol (0 = keine Beeinträchtigung / 10 = stärkste vorstellbare Beeinträchtigung).

Leistung

Unter Alkoholeinfluss gaben die Fahrer an schlechter gefahren zu sein. Dies traf sowohl auf die monotone Autobahnfahrt ($F_{1,16} = 6.491$, $p \leq .022$) als auch auf das Folgefahren ($F_{1,16} = 6.683$, $p \leq .020$) zu. Insgesamt gingen die Fahrer jedoch in beiden Bedingungen davon aus, die an sie gestellten Anforderungen eher gut bewältigt zu haben. Zu beiden Fahrtests lagen die durchschnittlichen

Urteile in beiden Bedingungen oberhalb von sechs auf der 10cm langen Skala. Null war dabei mit „sehr schlecht“ und 10 mit „sehr gut“ bezeichnet (Tabelle 47 und Tabelle 48).

Anstrengung

Wie aus Tabelle 47 und Tabelle 48 zu ersehen, war bei beiden Fahrmanövern mehr Anstrengung erforderlich, um die geforderten Aufgaben zu bewältigen (Road-tracking Test: $F_{1,16} = 12.690$, $p \leq .003$; Car-following Test: $F_{1,16} = 24.586$, $p \leq .000$), wenn unter Alkohol gefahren wurde. Zur Erfassung wurde die RSME verwendet, die 15cm lang war. Für beide Manöver lagen die Urteile in beiden Bedingungen im unteren Skalenbereich. Die aufzubringende Anstrengung war demnach also selbst unter Alkoholeinfluss eher gering.

Müdigkeit

Jeweils zum Ende der beiden Fahrttests sollten die Fahrer das Ausmaß ihrer Ermüdung angeben. Dazu wurde die KSS verwendet (Pole: 1 = extrem wach; 9 = sehr müde, große Anstrengung erforderlich, um wach zu bleiben; kämpfe gegen das Einschlafen). Während die Fahrer am Ende des Road-tracking Tests eine stärkere Ermüdung angaben, wenn sie unter Alkoholeinfluss gefahren waren ($F_{1,16} = 4.486$, $p \leq .050$), war ein solcher Unterschied beim Folgefahren ($F_{1,16} = 1.857$, $p \leq .192$) nicht nachweisbar (Tabelle 47 und Tabelle 48). Bei beiden Fahrmanövern lagen die Urteile sowohl nüchtern wie auch unter Alkoholeinfluss zwischen drei und fünf, was den Verbalkategorien „weder wach noch müde“ und „wach“ entspricht.

Tabelle 47: Mittelwert (SD) und Ergebnisse der ANOVA für die subjektiven Maße im Road-tracking Test; N = 17.

Item	nüchtern	Alkohol	$p \leq$	η^2
Leistung	7.21 (1.28)	6.48 (1.56)	.022	.289
Anstrengung	3.97 (1.96)	5.52 (2.15)	.003	.442
Müdigkeit	4.00 (1.00)	4.70 (1.69)	.050	.219

Tabelle 48: Mittelwert (SD) und Ergebnisse der ANOVA für die subjektiven Maße im Car-following Test; N = 17.

Item	nüchtern	Alkohol	$p \leq$	η^2
Leistung	7.28 (1.29)	6.57 (1.48)	.020	.295
Anstrengung	2.64 (1.42)	4.31 (1.56)	.000	.606
Müdigkeit	3.53 (1.28)	4.04 (1.33)	.192	.104

11.3.4 Verhaltensmaße

Sowohl vom Fahrlehrer als auch von den Fahrern selbst konnte die Fahrt jederzeit abgebrochen werden, wenn eine sichere Weiterfahrt nicht gewährleistet war. Nur ein Fahrer machte von dieser Möglichkeit Gebrauch, der Fahrlehrer nutze sie nie. Dieser eine Fahrer beendete den Road-tracking Test auf eigenen Wunsch hin, nachdem er etwa zwei Drittel der Strecke gefahren war. Obwohl er bei dieser Fahrt nüchtern war, gab er an, zu müde gewesen zu sein, um die Fahrt noch sicher fortsetzen zu können. Keine der Folgefahrten musste vorzeitig beendet werden.

Road-tracking Test

Die Standardabweichung der Spurposition wurde, wie in Kapitel 7.4.2 beschrieben, für die Gesamtfahrt bestimmt. Abbildung 38 zeigt Mittelwert und Standardabweichung dieses Leistungsparameters für beide Bedingungen im Vergleich. Alkohol führte zu einer Leistungsbeeinträchtigung, erkennbar an der höheren SDLP ($F_{1,16} = 18.387$, $p \leq .001$). Sie war bei den

Fahrten unter Alkoholeinfluss im Durchschnitt um 2.43cm größer als bei den nüchtern absolvierten Fahrten. Damit konnte gezeigt werden, dass die Messanordnung hier geeignet ist, alkoholbedingte Leistungsbeeinträchtigungen nachzuweisen.

Die Fahrer wurden instruiert, mit konstant 95km/h zu fahren. Anhand der Durchschnittsgeschwindigkeit konnte bestätigt werden, dass sie dieser Anweisung in beiden Bedingungen nachkamen (Tabelle 49; $F_{1,16} = .080$, $p \leq .781$). Auch die Variation der Geschwindigkeit, in der sich ausdrückt, wie genau die Geschwindigkeitsvorgabe eingehalten wurde, war zwischen den Gruppen nicht unterschiedlich ($F_{1,16} = 2.034$, $p \leq .173$).

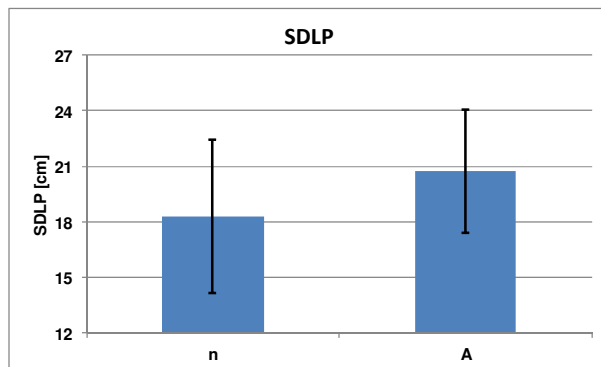


Abbildung 38: Mittelwert (\pm SD) der Standardabweichung der Spurposition (SDLP) in cm (n = nüchtern, A = Alkohol 0.5%); N = 17.

Car-following Test

Aus dem Car-following Test wurden zwei Reaktionszeitmaße bestimmt (Kapitel 7.4.2). Die Zeit, die die Fahrer zur Anpassung an die Geschwindigkeitsänderungen des vorausfahrenden Fahrzeugs benötigten (TSA), war in der Tendenz länger, wenn die Fahrer unter Alkoholeinfluss fuhren (Tabelle 49; $F_{1,16} = 3.257$, $p \leq .090$). Auf den Parametern Gain ($F_{1,16} = .664$, $p \leq .427$) und Kohärenz ($F_{1,16} = .560$, $p \leq .465$), die näher beschreiben, wie diese Geschwindigkeitsanpassung durch die Fahrer erfolgte, war jedoch kein alkoholbedingter Einfluss nachweisbar.

Das zweite Reaktionszeitmaß, die Zeitdifferenz zwischen dem Aufleuchten der Bremsleuchten und dem Lösen des Gaspedals durch den Fahrer (RT in Tabelle 49), war unter Alkoholeinfluss ebenfalls tendenziell länger ($F_{1,16} = 3.115$, $p \leq .097$). Somit kann zusammenfassend für den Car-following Test in dieser Messanordnung festgestellt werden, dass ein Einfluss des Alkohols zwar in der erwarteten Richtung vorlag, jedoch die geforderte Signifikanzgrenze nicht erreichte.

Tabelle 49: Mittelwert (SD) und Ergebnisse der ANOVA für die Leistungsmaße im Fahrversuch; N = 17.

Parameter	nüchtern	Alkohol	p ≤	η^2
SDLP (cm)	18.31 (4.13)	20.74 (3.32)	.001	.535
v_x (km/h)	94.48 (0.93)	94.42 (0.75)	.781	.005
SD v_x (km/h)	1.91 (0.73)	2.23 (0.95)	.173	.113
TSA (sec.)	3.21 (0.82)	3.57 (0.91)	.090	.169
Gain	1.23 (0.12)	1.26 (0.10)	.427	.040
Kohärenz	0.96 (0.02)	0.95 (0.01)	.465	.034
RT (sec.)	0.87 (0.16)	0.95 (0.16)	.097	.163

Korrelation mit Stichprobenmerkmalen

Aufgrund der Schichtung nach Altersgruppen war die Stichprobe in Bezug auf dieses Merkmal heterogen zusammengesetzt. Zwischen dem Alter der Probanden und ihrer Spurhaltung (SDLP) bestand jedoch kein korrelativer Zusammenhang. Auch ihr Geschlecht und ihre Fahrerfahrung, operationalisiert über die in den vergangenen 12 Monaten gefahrene Strecke, hingen nicht mit diesem Leistungsmaß zusammen (Tabelle 50). In diese Analyse wurden nur die Daten aus den nüchtern durchgeführten Fahrten einbezogen. Tabelle 51 zeigt die entsprechenden Korrelationen für die beiden Reaktionszeitmaße aus dem Car-following Test. Auch hier bestanden keinerlei signifikante Zusammenhänge zu den betrachteten Probandenmerkmalen.

Tabelle 50: Korrelation (Pearson) zwischen SDLP und Stichprobenmerkmalen; N = 19.

Merkmal	r ≤ p (zweiseitig)	
Alter	.159	.515
Geschlecht	.180	.460
Fahrerfahrung (km letzte 12 Monate)	-.104	.673

Tabelle 51: Korrelation (Pearson) zwischen den Reaktionszeitmaßen aus dem Car-following Test und Stichprobenmerkmalen; N = 19.

Merkmal	TSA		RT	
	r	≤ p (zweiseitig)	r	≤ p (zweiseitig)
Alter	.082	.739	.108	.660
Geschlecht	.058	.814	.177	.469
Fahrerfahrung (km letzte 12 Monate)	-.012	.962	.199	.413

11.4 Zusammenfassung

Mit dieser Studie wurde geprüft, ob mit der Messanordnung Leistungsbeeinträchtigungen des Fahrers durch Alkohol nachgewiesen werden können. Dabei wurden Daten erzeugt, die später beim Fahrversuch mit Schmerzpatienten als Vergleichswerte genutzt werden sollten.

Die Atemalkoholmessungen bestätigten, dass die angestrebte Blutalkoholkonzentration von 0.5‰ jeweils zu Beginn des Road-tracking Tests und auch zu Beginn des Car-following Tests bestand. Weiterhin konnte belegt werden, dass der Blutalkoholspiegel auch im Verlauf dieser beiden Manöver erhalten blieb.

Subjektiv fühlten sich die Fahrer vor beiden Fahrtests durch den Alkohol beeinträchtigt. Wie bei diesem Blutalkoholspiegel zu erwarten, wurde hier ein mittleres Ausmaß der Beeinträchtigung angegeben. Die Fahrer bewerteten ihre Leistung in beiden Fahrtests unter Alkoholeinfluss etwas schlechter, schätzten ihre Leistung insgesamt jedoch als eher gut ein. Die Fahrten wurden als wenig anstrengend empfunden. Unter Alkoholeinfluss war jedoch mehr Anstrengung erforderlich. Weder der Road-tracking Test noch der Car-following Test ermüdeten die Fahrer in großem Ausmaß. Während das Ausmaß der Ermüdung beim Road-tracking Test höher war, wenn dieser unter Alkohol absolviert wurde, war dies beim Car-following Test nicht der Fall.

Übereinstimmend mit bereits publizierten Studien (Louwerens et al., 1987; Verster & Ramaekers, 2009) konnte gezeigt werden, dass die SDLP auch in dieser Messanordnung ein Leistungsmaß ist, das

für alkoholbedingte Beeinträchtigungen des Fahrers sensitiv ist. Im Vergleich zum nüchternen Fahren war die SDLP beim Fahren unter 0.5‰ um 2.43cm größer. Diese Leistungsdifferenz entsprach in etwa der mit erprobten Systemen einer niederländischen Arbeitsgruppe gemessenen (Louwerens et al., 1987; Verster & Ramaekers, 2009).

Aus dem Car-following Test abgeleitete Reaktionszeitmaße erwiesen sich hingegen nicht als ausreichend sensitiv für diese alkoholbedingte Beeinträchtigung. In der Tendenz benötigten die Fahrer unter Alkoholeinfluss länger, um ihre Geschwindigkeit an die des vorausfahrenden Fahrzeugs anzupassen. Auch reagierten sie tendenziell langsamer auf Bremsmanöver des vorausfahrenden Fahrzeugs. Für beide Leistungsmaße wurde in dieser Studie das Signifikanzkriterium jedoch nicht erreicht. Dies ist möglicherweise auf die relative kleine Stichprobe zurückzuführen. Auch ist zu vermuten, dass der Effekt bei höheren Alkoholkonzentrationen deutlicher zutage getreten wäre.

12 Studie 5: Validität der Standardabweichung der lateralen Position (SDLP) für die Erfassung müdigkeitsbedingter Leistungsbeeinträchtigungen des Fahrers

Diese Studie verfolgte zwei Ziele: Zum einen sollte genauer untersucht werden, wie sich die Müdigkeit und die Spurhaltung (SDLP) beim Road-tracking Test über die Dauer der Fahrt und unter Alkoholeinfluss verändern. Darüber hinaus sollte durch den Vergleich mit anderen Maßen geprüft werden, ob die SDLP geeignet ist, ermüdungsbedingte Leistungsbeeinträchtigungen des Fahrers abzubilden. Hierzu wurde u.a. die Alpha-Spindelrate als physiologischer Indikator der Ermüdung (Simon et al., 2011) herangezogen.

Dieser Fahrversuch wurde in Kooperation mit der Universität Maastricht in Maastricht durchgeführt. Abweichend von den zuvor dargestellten Studien wurden die Probanden ausschließlich in den Niederlanden rekrutiert. Sie hatten an keiner der übrigen Studien teilgenommen.

12.1 Stichprobe

Von Januar bis März 2011 absolvierten 15 Fahrer je eine Fahrt nüchtern und eine weitere unter dem Einfluss von 0.5‰ Alkohol in balancierter Reihenfolge. Sechs der Fahrer waren männlich (40%), neun weiblich (60%). Der Altersdurchschnitt lag bei 34 Jahren ($sd = 13$), wobei der jüngste Fahrer 23 Jahre alt war, der älteste 59 Jahre. Alle Fahrer verfügten zum Zeitpunkt der Teilnahme am Fahrversuch seit mindestens fünf Jahren über einen PKW-Führerschein. Die Mehrheit der Fahrer (80%) gab an, wöchentlich mindestens dreimal mit dem PKW unterwegs zu sein. Lediglich drei Fahrer (20%) fuhren seltener. Erwartungsgemäß unterschieden sich die Fahrer beträchtlich nach der von ihnen angegebenen jährlichen Fahrleistung. Hier wurden Werte zwischen 200km und 16 000km angegeben. Der Median lag bei 10 000km.

Alle Fahrer gaben an, mindestens einmal pro Monat Alkohol zu konsumieren. Anhand der Groningen Sleep Quality Scale (Kapitel 7.2.10) wurden an jedem Erhebungszeitpunkt Schlafdauer und Schlafqualität erfasst. Vor den nüchtern absolvierten Fahrten gaben die Fahrer ihre Schlafdauer mit durchschnittlich 7.63 Stunden ($sd = .849$) an. Vor den Fahrten unter Alkoholeinfluss mit 7.51 Stunden ($sd = .912$), womit kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Messzeitpunkten feststellbar war ($T = .645$, $df = 13$, $p \leq .530$). Vor den Fahrten ohne Alkohol erreichten die Fahrer einen durchschnittlichen Score von 1.14 ($sd = 1.23$) auf dieser Skala, vor den Fahrten unter Alkohol einen Score von 1.36 ($sd = 1.55$). Zwischen beiden Messzeitpunkten bestand somit kein signifikanter Unterschied in der Schlafqualität ($T = -.444$, $df = 13$, $p \leq .664$). Auch lagen die Angaben der Probanden in dem Bereich, der bei normalem, uneingeschränktem Schlaf zu erwarten ist. Erst Werte über sechs weisen auf einen gestörten Schlaf hin. In der medizinischen Untersuchung zeigten sich bei keinem der Fahrer Anzeichen einer Alkoholabhängigkeit.

12.2 Studiendesign und Durchführung

Der Untersuchung lag ein Split-Plot-Design zugrunde, mit dem Zwischengruppenfaktor Alkohol (ohne (Placebo) vs. mit (0.5‰)) und dem Innersubjektfaktor Zeit mit drei Stufen: Runde 1, 2 und 3 (vgl. Kapitel 7.4.2.3 für die Einteilung der Strecke in Runden). Die Messfahrt bestand aus dem Road-tracking Test, wie in Kapitel 7.4.2.1 beschrieben. Dieser lief analog wie in Studie 4 ab.

Als Einteilung zur Erfassung der Veränderungen über die Zeit wurden die Runden gewählt, wobei eine Runde der Fahrt von der Anschlussstelle Maastricht (Bunde) nach Heerlen Centrum und wieder zurück nach Bunde entsprach (vgl. Kapitel 7.4.2.3 für den Kartenausschnitt). Die Dauer einer solchen

Runde betrug ca. 25 Minuten, wobei etwa 35km zurückgelegt wurden. Die angegebene Fahrzeit und Strecke schloss das Verlassen und Wiederauffahren auf die Autobahn mit ein.

Im Rahmen dieser Studie wurden auch akustisch evozierte Potentiale abgeleitet. Hierfür wurde das auditorische odd-ball Paradigma verwendet, das in Kapitel 7.6. beschrieben ist. Dabei wurde den Fahrern beim Befahren der Autobahn eine Abfolge von hohen und tiefen Tönen eingespielt. Die Aufgabe der Fahrer bestand darin, hohe Töne mit dem Drücken einer Taste zu quittieren, die mit Klebeband am Zeigefinger ihrer linken Hand befestigt war. Vor Fahrtantritt erhielten die Fahrer ausreichend Zeit, die Bearbeitung dieser Nebenaufgabe zu üben. Sie wurden darauf hingewiesen, dass das sichere Fahren stets Vorrang vor der Bearbeitung der Nebenaufgabe hat.

Diese Nebenaufgabe musste von den Fahrern nur jeweils während der ersten Hälfte einer Runde bearbeitet werden. Einer Hälfte der Fahrer wurde diese Nebenaufgabe auf dem Abschnitt zwischen Bunde und Heerlen dargeboten, den übrigen in der entgegengesetzten Richtung (Heerlen – Bunde). Der Streckenabschnitt der Darbietung wurde über alle drei Runden beibehalten, zwischen den Bedingungen jedoch gewechselt. Tabelle 52 zeigt die geplante und die tatsächliche Verteilung der Abschnitte mit Darbietung der Nebenaufgabe für die beiden Abfolgebedingungen. Da sie nahezu vollständig ausbalanciert war, wurde die Darbietung der Nebenaufgabe in der weiteren Auswertung nicht mehr berücksichtigt. Die Ergebnisse der akustisch evozierten Potentiale sind nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit, sondern werden an anderer Stelle berichtet.

Tabelle 52: Geplante und tatsächliche () Abfolge der Fahrten unter Nennung des Abschnitts mit Darbietung der akustischen Nebenaufgabe.

Abfolge	Abschnitt mit Odd-ball	
	Heerlen → Bunde	Bunde → Heerlen
1. Fahrt alkoholisiert	4 (3)	4 (5)
1. Fahrt nüchtern	4 (3)	4 (4)

Etwa eine Woche vor dem eigentlichen Fahrversuch nahmen alle Fahrer an einem Training teil, in dem Sie sich mit dem Fahrzeug und dem Untersuchungsablauf auf der Messstrecke vertraut machen konnten. Der Fahrlehrer, der diese Fahrten begleitete, hatte Anweisung, Probanden, die nicht in der Lage waren, das Fahrzeug sicher zu führen, aus Sicherheitsgründen von der Teilnahme am Fahrversuch auszuschließen. Von dieser Möglichkeit musste er jedoch in keinem Fall Gebrauch machen.

Neben dieser Trainingsfahrt zur Eingewöhnung an das Messfahrzeug waren von jedem Fahrer zwei weitere Fahrten zu absolvieren: eine nüchtern sowie eine weitere unter dem Einfluss von 0.5‰ Alkohol. Während die eine Hälfte der Fahrer die erste Messfahrt unter Alkoholeinfluss absolvierte, fuhren die anderen zuerst nüchtern. An jedem Erhebungstag wurden zwei Fahrten durchgeführt, eine am Vormittag (Road-tracking Test von 11:00 bis 12:15 Uhr) und eine am Mittag (Road-tracking Test von 12:45 bis 14:00 Uhr). Beide Messfahrten eines Fahrers wurden nach Möglichkeit im Abstand von einer Woche und jeweils zur gleichen Tageszeit durchgeführt. Alle Fahrten wurden von demselben Fahrlehrer begleitet, der mittels einer doppelten Pedalerie in kritischen Situationen hätte eingreifen können.

Tabelle 53 zeigt den zeitlichen Ablauf für die am Vormittag durchgeführten Fahrten unter Alkohol. Die Fahrten in der Bedingung „nüchtern“ liefen nach demselben zeitlichen Schema ab. Hier erhielten die Fahrer ebenfalls das Getränk, das jedoch keinen Alkohol enthielt. Auch die Atemalkoholmessungen wurden in dieser Bedingung durchgeführt. Weder der Fahrer selbst noch der Fahrlehrer wussten, unter welcher Bedingung eine Fahrt stattfand. Für die zweite Fahrt des Tages verschob sich der Beginn entsprechend.

Jeweils beim Eintreffen am Untersuchungsort wurde der Konsum psychoaktiver Substanzen mittels Urin-Schnelltest ausgeschlossen. Ebenso wurde eine Atemalkoholkontrolle durchgeführt. Aus Gründen des Probandenschutzes wurde bei allen weiblichen Fahrern ein Schwangerschaftstest durchgeführt.

Im Anschluss bearbeiteten die Fahrer den Fragebogen zur Schlafqualität (Kapitel 7.2.10), während zwei Mitarbeiter begannen, die EEG-Elektroden anzulegen. Noch während dieser Vorbereitungsarbeiten erhielten die Fahrer Alkohol bzw. Placebo. Die zum Erreichen des Blutalkoholspiegels von 0.5‰ benötigte Menge Alkohol wurde, wie in Kapitel 7.7.1 beschrieben, berechnet und in drei Teilen, jeweils 60, 40 und 20 Minuten vor Erreichen des Startpunkts des Road-tracking Tests verabreicht. Dazu wurde der Alkohol mit Orangensaft vermischt. Vor den nüchtern durchgeführten Fahrten erhielten die Probanden nach demselben Zeitschema Placebo (Saft ohne Alkohol). Somit entsprach das Vorgehen dem in Studie 4.

Unmittelbar vor dem Losfahren wurden die Fahrer zu Ihrem Zustand und der Stärke der Alkoholwirkung befragt (Kapitel 7.2.2). Während des Road-tracking Tests wurden insgesamt vier Atemalkoholmessungen durchgeführt: die erste mit Erreichen des Streckenabschnitts, der für den Road-tracking Test vorgesehen war, sowie jeweils nach jeder der 3 Runden. Nach der ersten Runde wurde nach der Atemalkoholmessung erneut Alkohol verabreicht, falls der Alkoholspiegel des Fahrers niedriger als 0.45‰ war.

Immer am Ende eines Autobahnabschnitts, dies entspricht zweimal pro Runde (= sechsmal im Verlauf der Fahrt), wurden die Fahrer im Bereich der Autobahnabfahrt befragt, wie gut sie gefahren waren (Kapitel 7.2.2) und wie müde sie sind. Für die Erfassung der Müdigkeit wurde die KSS verwendet (Kapitel 7.2.9). Damit die Fahrer auch die Leistungsbewertung mündlich vornehmen konnten, wurde die in Kapitel 7.2.2 beschriebene visuelle Analogskala in zehn Stufen unterteilt. Beide Skalen waren im Fahrzeug im Bereich der Mittelkonsole angebracht.

Der Untersuchungsleiter notierte die Angaben der Fahrer. Er saß während der Messfahrt auf der Rückbank des Fahrzeugs und überwachte von dort aus die Messeinrichtungen des Fahrzeugs sowie die EEG-Aufzeichnung. Er führte außerdem die Befragungen des Fahrers durch und nahm die Atemalkoholmessungen vor. Er war ferner für das Verabreichen von Alkohol zuständig. Darüber hinaus startete er in den dafür vorgesehenen Abschnitten die Darbietung der Nebenaufgabe und markierte Beginn und Ende der Streckenabschnitte durch Setzen von Markierungen im Datenfile, Dies tat er bei der Vorbeifahrt an zuvor festgelegten Landmarken.

Für jede Runde hielt der Fahrlehrer die aufgetretenen Fahrfehler in einem Fehlerprotokoll, beschrieben in Kapitel 7.4.4, fest. Er nahm darüber hinaus eine Bewertung der Ermüdung des Fahrers vor und gab an, wie gut dieser gefahren war. Abschließend nahm der Fahrlehrer noch beide Bewertungen für die Fahrt als Ganzes vor (siehe Skalenbeschreibungen in Kapitel 7.2.2). Mit Erreichen des Universitätsgebäudes am Ende der Fahrt bewertete der Fahrer seinen Zustand erneut. Er machte dann auch Angaben zu seiner Leistung.

Am Universitätsgebäude wurden die Fahrer von wissenschaftlichen Hilfskräften in Empfang genommen, die ihnen die EEG-Haube abnahmen. Die Fahrer hatte dann noch Gelegenheit, sich die Haare zu waschen und, falls die vorangegangene Fahrt die letzte der beiden für sie vorgesehenen war, Fragen zur Untersuchung zu stellen. Aus Sicherheitsgründen wurden alle Fahrer nach Hause gebracht. Vor der Verabschiedung wurde noch eine abschließende Atemalkoholkontrolle durchgeführt. Die Fahrer wurden dann über ihren aktuellen Blutalkoholspiegel informiert und auch darüber, wie lange es durchschnittlich dauert, bis der Alkohol vollständig wurde. Alle Fahrer erhielten eine Aufwandsentschädigung.

Tabelle 53: Ablaufplan der Untersuchung in der Bedingung „mit Alkohol“; Δt = Zeit seit Beginn des Road-tracking Test; Uhrzeit entspricht der ersten der beiden Fahrten; Ablauf der zweiten Fahrt analog mit späterem Beginn. Weitere Erläuterungen im Text.

Start [hh:mm]	Ende [hh:mm]	Δt [min]	Ereignis	Alkoholgabe und -messung
09:30	10:45	-90	Drogentest, BAK-Check, GSQS, (Schwangerschaftstest), Vorbereitung EEG-Messung	
	10:00	-60		1. Alkoholdosis
	10:20	-40		1. Atemalkoholmessung, 2. Alkoholdosis
	10:40	-20		2. Atemalkoholmessung, 3. Alkoholdosis
10:45	11:00	-15	Fahrt zum Startpunkt des Road-tracking Test	
11:00	12:15	0	Road-tracking Test	3. Atemalkoholmessung
11:25 (Ende 1. Runde)		25		4. Atemalkoholmessung, (zusätzliche Alkoholdosis)
11:50 (Ende 2. Runde)		50		5. Atemalkoholmessung
12:15 (Ende 3. Runde)		75		6. Atemalkoholmessung
12:15	12:30	75	Rückfahrt zum Universitätsgebäude	
12:30	12:50	90	Abnahme der EEG-Kappe	
Ab 12:50		110	Verabschiedung, Transfer der Probanden	7. Atemalkoholmessung

12.3 Verfügbare Daten

Aus dem Fahrversuch lagen, neben den im Fahrzeug aufgezeichneten Daten, EEG-Daten und die Selbsteinschätzungen der Fahrer sowie die Beobachtungen des Fahrlehrers und dessen Bewertungen vor.

Die Daten der Spurposition und der Geschwindigkeit wurden, wie in Abschnitt 7.4.3 beschrieben, aufbereitet. Die Kennwerte (SDLP, Mittlere Geschwindigkeit und Standardabweichung der Geschwindigkeit) der jeweils sechs aufeinanderfolgenden Streckendrittel wurden zu einem Wert für die Runde gemittelt. Dies entsprach den während der Fahrt von der Anschlussstelle Bunde bis zum erneuten Erreichen dieser Anschlussstelle aufgezeichneten Daten (vgl. Abbildung 27). Darüber hinaus wurde für jede Runde der Zeitanteil bestimmt, währenddessen sich das Fahrzeug im Bereich der rechten Fahrbahnbegrenzung bzw. außerhalb der Fahrbahnbegrenzung befand.

Aus den EEG-Daten wurde, wie in Abschnitt 7.5.3 beschrieben, die Alpha-Spindelrate bestimmt. Die Spindelrate wurde für die gleichen „Streckendrittel“ ermittelt, für die auch die Kennwerte der Fahrzeugdaten berechnet wurden. Hierfür wurden beide Datensätze anhand der Messzeit synchronisiert. Analog zum Vorgehen bei den Fahrzeugdaten, wurde die Spindelrate für jede Runde durch Mittelung der Spindelraten der sechs aufeinanderfolgenden „Streckendrittel“ bestimmt. Im Bereich der Autobahnabfahrten bewerteten die Fahrer jeweils, wie gut sie in diesem Abschnitt gefahren und wie müde sie dabei waren. Die beiden Urteile zu den Abschnitten wurden zu einem Wert für die Runde zusammengefasst.

Der Fahrlehrer machte seine Angaben zu den aufgetretenen Fahrfehlern bereits für jede absolvierte Runde. Eine Verrechnung dieser Daten war daher nicht erforderlich.

12.4 Ergebnisse

Alle nüchtern durchgeführten Fahrten fanden auf trockener Straße statt. Lediglich eine Fahrt unter Alkohol musste aufgrund von Regen auf feuchter Fahrbahn durchgeführt werden. Ein Vergleich der Datenqualität zeigte jedoch keine wesentlichen Unterschiede zu den Fahrten auf trockener Straße, so dass auch die Daten dieser Fahrt verwendet wurden. Die inferenzstatistische Analyse erfolgte mittels T-Test für abhängige Stichproben bzw. über zweifaktorielle univariate Varianzanalysen mit Messwiederholung (Allgemeines lineares Modell).

12.4.1 Erzielter Blutalkoholspiegel

Bezogen auf ihr Körpergewicht erhielten die Probanden vor Fahrtantritt durchschnittlich 0.63ml/kg (sd = .082) reinen Alkohol. Dieser wurde, in drei gleiche Teile aufgeteilt und vermischt mit Orangensaft, angeboten.

Der Blick auf Tabelle 54 zeigt, dass die angestrebte Alkoholisierung von 0.5‰ im Mittel recht gut erreicht wurde. Sie konnte darüber hinaus über den Verlauf der Messfahrten weitgehend aufrechterhalten werden. Bei 8 der 15 Fahrer (53%) war der Alkoholspiegel zum Ende der ersten Runde kleiner oder gleich 0.45‰ und entsprechend wurde Alkohol nachdosiert. Erwartungsgemäß fiel der Alkoholspiegel im Verlauf der Zeit ab. Am Ende des Road-tracking Tests lag der Durchschnittswert bei 0.35‰. Zu berücksichtigen ist dabei, dass der Alkohol, vor allem beim Nachdosieren während der Messfahrt, nur sehr vorsichtig verabreicht werden durfte, um eine Überdosierung zu vermeiden. Diese hätte den Abbruch der Messfahrt aufgrund der geltenden gesetzlichen Bestimmungen erfordert.

Tabelle 54: Verlauf der Blutalkoholkonzentration [‰] im Verlauf der Messfahrt (N = 15).

Messzeitpunkt	Δt [min]	m	sd	min.	max.
Start	0	0.50	0.118	0.27	0.69
nach 1. Runde	25	0.45	0.098	0.29	0.61
nach 2. Runde	50	0.43	0.070	0.28	0.56
nach 3. Runde	75	0.35	0.073	0.22	0.50

12.4.2 Selbsteinschätzungen der Fahrer

Alkoholwirkung

Vor Antritt der Fahrten wurden die Fahrer gefragt, ob sie sich in der Lage fühlen, sicher zu fahren. Hatten sie Alkohol erhalten, verneinten dies alle Fahrer. Dies tat keiner der Fahrer in der Placebobedingung. Auf 10cm langen visuellen Analogskalen (Pole: 0cm = überhaupt nicht - 10cm = sehr stark), gaben die Fahrer vor Fahrtantritt eine Alkoholwirkung mittlerer Stärke (m = 5.45; sd = 2.409) an. Am Ende der Fahrt wurde die Alkoholwirkung noch als ähnlich stark beschrieben (m = 4.67; sd = 1.589). Weiterhin berichteten die Fahrer von einer eher starken Beeinträchtigung ihrer Fahrleistung durch die Wirkung des Alkohols (m = 6.65; sd = 1.354).

Unter Alkohol gaben die Probanden zu Beginn des Road-tracking Tests an, etwas müder zu sein. Der Unterschied zum nüchternen Fahrtantritt war zwar signifikant, wertemäßig jedoch gering ausgeprägt (Tabelle 55). Die Fahrten unter Alkoholeinfluss wurden jedoch als wesentlich anstrengender wahrgenommen (Tabelle 56).

Tabelle 55: Bewertung der Müdigkeit anhand der KSS vor Fahrtantritt.

Bedingung	m	sd	T	df	p (2-seitig)
nüchtern	2.53	.640	-2.092	14	.055
Alkohol	2.87	.516			

Tabelle 56: „Wie anstrengend war diese Fahrt?“ anhand der RSME.

Bedingung	m	sd	T	df	p (2-seitig)
nüchtern	3.75	2.203	-2.622	14	.020
Alkohol	5.98	2.065			

Leistung

Immer beim Verlassen eines Autobahnabschnitts wurden die Fahrer zu ihrer Leistung und ihrer Müdigkeit befragt. Die zu beiden Autobahnabschnitten einer Runde erfassten Urteile wurden zu einem Wert für diese Runde gemittelt. Über alle drei Runden hinweg schätzten die Fahrer ihre Leistung in beiden Bedingungen als eher gut ein. Insgesamt bewerteten sie sich unter Alkohol jedoch etwas schlechter. Darüber hinaus war in beiden Bedingungen ein Leistungsrückgang über die Zeit zu erkennen (siehe Abbildung 39 und Tabelle 57).

Müdigkeit

In beiden Bedingungen nahm die Müdigkeit der Fahrer im Verlauf der Fahrt zu. Nach Abschluss der ersten Runde gaben die Fahrer an, noch „wach“ zu sein, wenn sie nüchtern gefahren waren. Fahren sie unter Alkoholeinfluss, war ihre Müdigkeit bereits in der ersten Runde stärker ausgeprägt. Die Fahrer geben dann im Mittel an, nur noch „eher wach“ zu sein. Bei Abschluss der letzten Runde beschrieben sich die Fahrer noch als „eher wach“, wenn sie nüchtern gefahren waren. Hatten sie die Fahrt unter Alkoholeinfluss angetreten, nahm ihre Müdigkeit stärker zu. Die Fahrer gaben dann an, bereits Anzeichen von Müdigkeit zu erkennen. Abbildung 39 zeigt die entsprechende Grafik und Tabelle 57 die Ergebnisse der inferenzstatistischen Analyse.

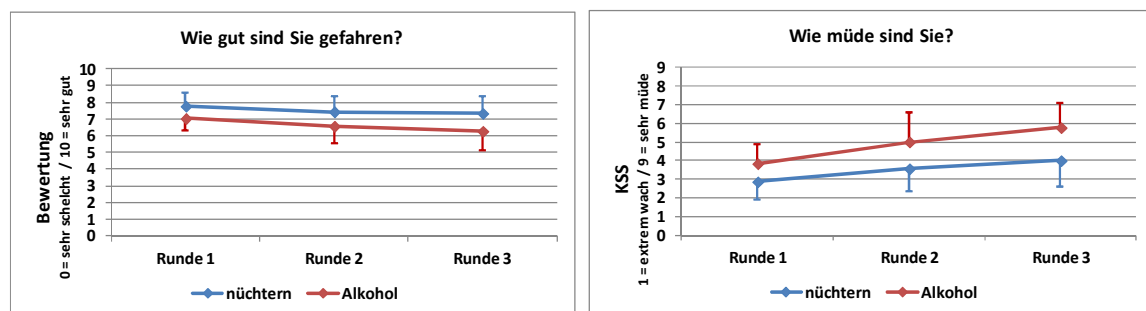


Abbildung 39: Mittelwert und Standardabweichung der Angaben zur Frage „Wie gut sind Sie gefahren?“ und „Wie müde sind Sie?“ (KSS).

Tabelle 57: Ergebnisse der statistischen Analyse (GLM): „Wie gut sind Sie gefahren?“ und „Wie müde sind Sie?“.

	Effekt	F	df	p	η^2
gut	nüchtern vs. Alkohol	19.436	1; 14	.001	.581
	Zeit (Runden)	9.719	2; 28	.001	.410
	Interaktion	1.029	2; 28	.370	.068
müde	nüchtern vs. Alkohol	13.338	1; 14	.003	.488
	Zeit (Runden)	32.507	2; 28	.000	.699
	Interaktion	3.231	2; 28	.054	.188

12.4.3 Bewertungen durch den Fahrlehrer

Der Fahrlehrer dokumentierte die erforderlichen Eingriffe während der Fahrt und protokollierte Fahrfehler. Darüber hinaus nahm er eine Leistungsbewertung vor und gab an, wie ausgeprägt beim Fahrer die Anzeichen von Müdigkeit waren.

Vorzeitiger Fahrtabbruch

Keine der Fahrten musste aus Sicherheitsgründen durch den Fahrlehrer vorzeitig abgebrochen werden. Nur bei zwei Fahrten waren Eingriffe des Fahrlehrers erforderlich. Beide Eingriffe erfolgten nach dem Verlassen der Autobahn im Bereich der Abfahrten. In beiden Fällen hatten die Fahrer vorfahrtsberechtigzte Fahrzeuge übersehen. Der eine Eingriff wurde in der Fahrt eines nüchternen Fahrers, noch in der ersten Runde, notwendig. Der andere Eingriff des Fahrlehrers erfolgte zum Ende der Messfahrt eines anderen Fahrers. Diese Fahrt wurde unter Alkohol durchgeführt.

Anhand der Häufigkeit der Eingriffe des Fahrlehrers können entsprechend weder Aussagen über Unterschiede zwischen den Bedingungen noch über Veränderung der Leistung über die Zeit getroffen werden.

Fahrfehler

Abbildung 40 zeigt die Verteilung der Fahrfehler über alle durchgeführten Fahrten. Hierbei fällt auf, dass einzelne Fehler nie oder sehr selten auftraten, während andere deutlich häufiger vorkamen. Zur weiteren Auswertung wurde daher ein Summenscore aus den am häufigsten aufgetretenen Fehlern berechnet. Dabei wurde nach Fehlern differenziert, die während dem Fahren auf der Autobahn auftraten und solchen, zu denen es beim Verlassen und Wiederauffahren auf die Autobahn kam.

Während des Fahrens auf der Autobahn waren die häufigsten Fehler „Spurwechsel ohne ausreichendes Absichern“ und „Spurverlassen“. Die häufigsten Fehler im Bereich der Ab- und Auffahrten waren „Blinken (verfrüht, verspätet, ohne)“ und „Mangelndes Absichern“.

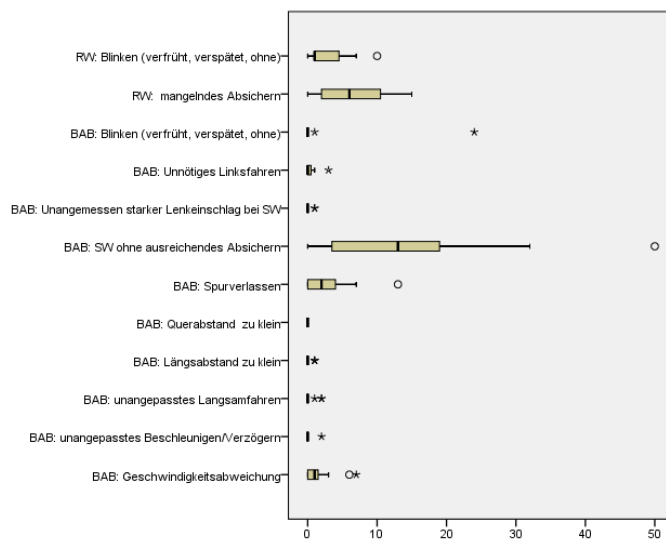


Abbildung 40: Häufigkeitsverteilung der Fahrfehler über alle Runden und beide Bedingungen (RW = während Richtungswechsel im Bereich der Ab- und Auffahrt, BAB = auf der Autobahn).

In Abbildung 41 sind die aufgetretenen Fahrfehler (Summenscores) für beide Bedingungen im Zeitverlauf zu sehen. Es fällt auf, dass im Mittel nur wenige Fehler auftraten, deren Anzahl jedoch relativ breit streute. Die varianzanalytische Auswertung (Tabelle 58) zeigte keinen Einfluss der Alkoholisierung an. Die Anzahl der unterlaufenen Fahrfehler unterschied sich demnach nicht zwischen den nüchtern und den unter Alkoholeinfluss absolvierten Fahrten. Jedoch war eine Veränderung über die Zeit erkennbar. Hier nahm die Anzahl der Fahrfehler über die Zeit ab.

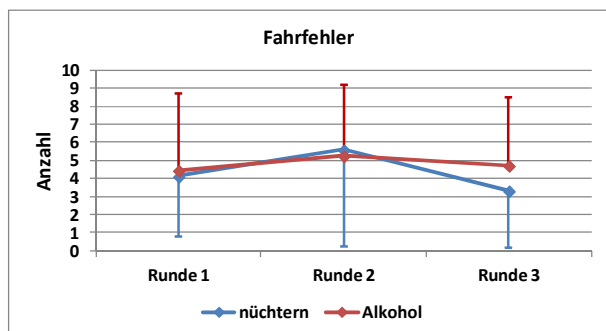


Abbildung 41: Mittelwert und Standardabweichung der Anzahl der vom Fahrlehrer beobachteten Fahrfehler.

Tabelle 58: Ergebnisse der statistischen Analyse (GLM) der vom Fahrlehrer beobachteten Fahrfehler.

	Effekt	F	df	p	η^2
Fahrfehler	nüchtern vs. Alkohol	.718	1; 14	.411	.049
	Zeit (Runden)	3.530	2; 28	.043	.201
	Interaktion	1.066	2; 28	.358	.071

Leistungsbewertung

Am Ende jeder Runde bewertete der Fahrerlehrer, wie gut die Fahrer gefahren waren und wie ausgeprägt bei diesen die Anzeichen von Müdigkeit waren. Hierfür stand dem Fahrerlehrer eine 10cm lange visuelle Analogskala zur Verfügung, deren Pole mit „sehr schlecht“ bzw. „sehr wenig“ und „sehr gut“ bzw. „sehr stark“ gekennzeichnet waren.

In beiden Bedingungen lagen die Urteile des Fahrerlehrers zur Leistung im oberen Bereich der Skala (vgl. Abbildung 42 und Tabelle 59). Die Fahrten wurden von ihm folglich als eher gut bewertet, wobei die Bewertungen für die nüchtern angetretenen Fahrten durchweg etwas besser ausfielen. Eine Veränderung der Leistung über die Zeit konnte in dieser Beurteilung nicht nachgewiesen werden.

Müdigkeit des Fahrers

Der Beurteilung des Fahrerlehrers zufolge nahm die Müdigkeit der Fahrer mit der Zeit zu (vgl. Abbildung 42 und Tabelle 59). Wurde unter Alkoholeinfluss gefahren, waren die Anzeichen der Ermüdung von der ersten Runde an deutlicher ausgeprägt, wobei das geforderte Signifikanzniveau hier allerdings nicht ganz erreicht wurde.

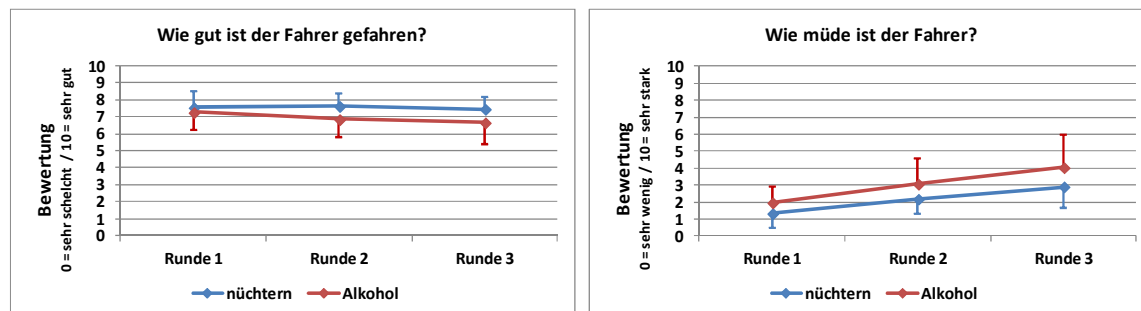


Abbildung 42: Mittelwert und Standardabweichung der Bewertung des Fahrerlehrers „Wie gut ist der Fahrer gefahren?“ und „Wie müde ist der Fahrer?“.

Tabelle 59: Ergebnisse der statistischen Analyse (GLM): „Wie gut ist der Fahrer gefahren?“ und „Wie müde ist der Fahrer?“

	Effekt	F	df	p	η^2
gut	nüchtern vs. Alkohol	10.614	1; 14	.006	.431
	Zeit (Runden)	2.501	2; 28	.100	.152
	Interaktion	1.127	2; 28	.338	.075
müde	nüchtern vs. Alkohol	4.050	1; 14	.064	.224
	Zeit (Runden)	68.875	2; 28	.000	.831
	Interaktion	.627	2; 28	.542	.043

12.4.4 Spurposition

Für den Road-tracking Test wurden die Fahrer instruiert, die Geschwindigkeit von 95km/h die Fahrt über möglichst genau einzuhalten. Aus Abbildung 43 wird deutlich, dass sie dies in beiden Bedingungen recht genau taten. Hier kam es gegen Ende der Fahrten zu einer geringfügigen Zunahme der Geschwindigkeit. Diese war zwar signifikant (Tabelle 60), wertemäßig jedoch sehr gering ausgeprägt. Große Abweichungen waren allerdings nicht zu erwarten, da der Fahrerlehrer die

Aufgabe hatte, die Fahrer bei Abweichungen um mehr als 10% auf die Einhaltung der Geschwindigkeitsvorgabe hinzuweisen.

Die Standardabweichung der Geschwindigkeit ist ein Maß dafür, wie konstant diese Geschwindigkeitsvorgabe eingehalten wurde. Sie war insgesamt recht gering und unterlag keiner Veränderung über die Zeit. Insgesamt war sie jedoch etwas höher, wenn die Fahrer unter Alkoholeinfluss standen. Dies zeigt, dass die Fahrer bei diesen Fahrten die Geschwindigkeitsvorgabe weniger genau einhalten konnten (siehe Abbildung 43 und Tabelle 60 für die inferenzstatistische Analyse).

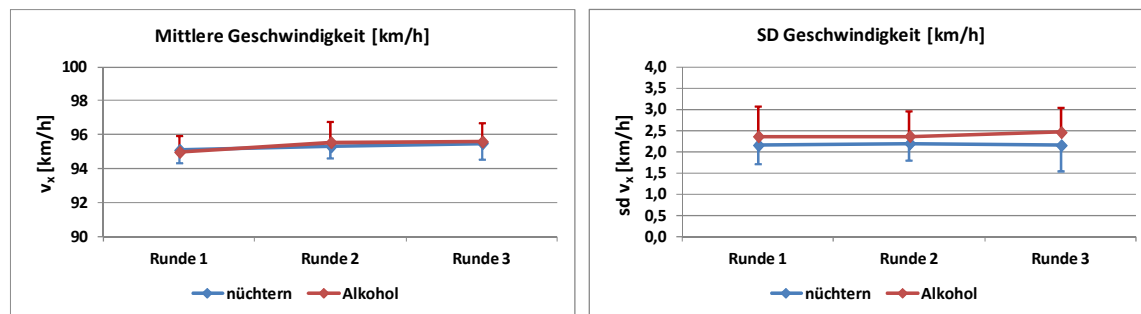


Abbildung 43: Mittelwert und Standardabweichung mittlere Geschwindigkeit [km/h] und Standardabweichung der Geschwindigkeit.

Tabelle 60: Ergebnisse der statistischen Analyse (GLM) mittlere Geschwindigkeit und Standardabweichung der Geschwindigkeit.

	Effekt	F	df	p	η^2
mittlere Geschwindigkeit	nüchtern vs. Alkohol	.207	1; 14	.656	.015
	Zeit (Runden)	11.686	2; 28	.000	.455
	Interaktion	1.235	2; 28	.306	.081
Stabw. Geschwindigkeit	nüchtern vs. Alkohol	6.408	1; 14	.024	.314
	Zeit (Runden)	.136	2; 28	.874	.010
	Interaktion	.310	2; 28	.736	.022

Die Standardabweichung der Position des Fahrzeugs in der Fahrspur (SDLP) ist das zentrale Leistungsmaß des Road-tracking Tests. Standen die Fahrer unter Alkoholeinfluss, schwankten sie stärker als wenn sie nüchtern geblieben waren. Sie zeigten damit eine deutliche alkoholbedingte Leistungsbeeinträchtigung (Tabelle 61 und Abbildung 44). Darüber hinaus nahm die Spurbabweichung mit der Zeit zu. Auffällig war, dass die Spurschwankung bei dem Fahren unter Alkohol bereits in der ersten Runde höher war, als in den Fahrten, die nüchtern angetreten wurden. In der Folge nahm die Spurschwankung nur noch geringfügig zu. In den Fahrten jedoch, die nüchtern angetreten wurden, war die Spurschwankung in der ersten Runde noch deutlich niedriger, nahm dann aber mit der Zeit deutlicher zu als unter Alkohol, so dass in der dritten Runde fast das Niveau der Fahrten unter Alkoholeinfluss erreicht wurde.

Als weiteres Maß für die Regulation der Querposition des Fahrzeugs wurde der Zeitanteil ermittelt, währenddessen sich das rechte Vorderrad nahe der rechten Fahrbahnmarkierung befand oder diese bereits überfahren wurde. Insgesamt war dieser Zeitanteil relativ gering (Tabelle 61). Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Fahrer beim Verlassen der Fahrbahn zumeist unmittelbar korrigierten. Sie lenkten das Fahrzeug wohl auch deshalb immer so schnell wieder zurück in die Spur, weil die Strecke mit Rüttelstreifen ausgestattet war. Insgesamt war der Zeitanteil, den sich das Fahrzeug in diesem kritischen Bereich nahe dem Fahrbahnrand befand, unter Alkoholeinfluss höher. Weiterhin

nahm dieser Zeitanteil über die Zeit zu. Diese Zunahme war gleichermaßen unter Alkohol wie auch bei den nüchtern durchgeführten Fahrten zu beobachten (Abbildung 44).

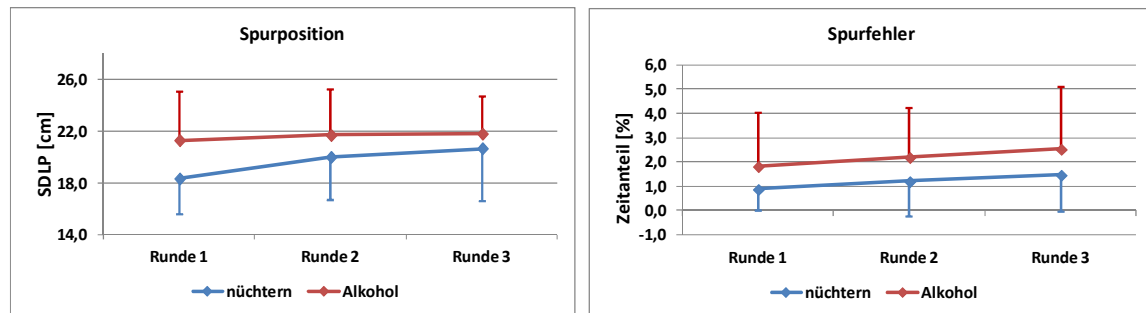


Abbildung 44: Mittelwert und Standardabweichung SDLP [cm] und Zeitanteil [%] Fahrzeug am rechten Fahrbahnrand.

Tabelle 61: Ergebnisse der statistischen Analyse (GLM) SDLP [cm] und Zeitanteil [%] Fahrzeug am rechten Fahrbahnrand.

	Effekt	F	df	p	η^2
SDLP	nüchtern vs. Alkohol	10.366	1; 14	.006	.425
	Zeit (Runden)	12.384	2; 28	.000	.469
	Interaktion	2.962	2; 28	.068	.175
% Fahrbahnrand	nüchtern vs. Alkohol	10.097	1; 14	.007	.419
	Zeit (Runden)	3.461	2; 28	.045	.198
	Interaktion	.044	2; 28	.957	.003

12.4.5 Nebenaufgabe

Die hohe durchschnittliche Trefferrate zeigt (Abbildung 45), dass den Fahrern bei der Bearbeitung der Nebenaufgabe kaum Fehler unterliefen. Als Treffer wurde dabei gewertet, wenn ein hoher Ton korrekt mit dem Drücken der Taste quittiert wurde, auf einen tiefen Ton hingegen keine Reaktion erfolgte. In den Fahrten unter Alkoholeinfluss war die Trefferrate etwas höher. Veränderungen über die Zeit konnten nicht festgestellt werden (Tabelle 62). Betrachtet man die mittlere Reaktionszeit (Abbildung 45), sie entspricht der Zeitdifferenz zwischen dem Ertönen des hohen Tons und dem Drücken der Taste, so findet sich weder ein Unterschied zwischen den Bedingungen, noch eine Veränderung über die Zeit (Tabelle 62).

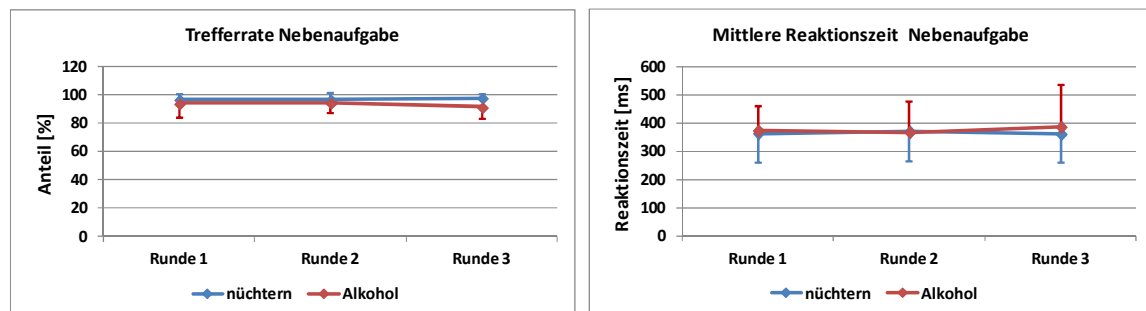


Abbildung 45: Mittelwert und Standardabweichung Anteil Treffer in der Nebenaufgabe und mittlere Reaktionszeit.

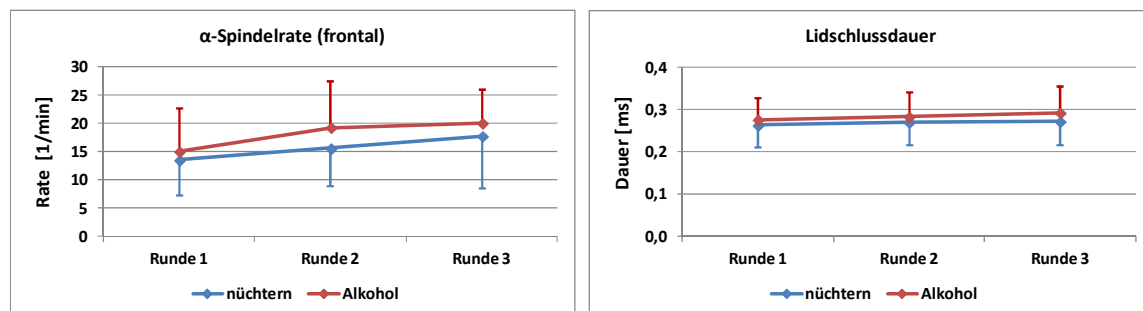
Tabelle 62: Ergebnisse der statistischen Analyse (GLM) Leistungsparameter in der Nebenaufgabe.

	Effekt	F	df	p	η^2
Anteil Treffer	nüchtern vs. Alkohol	5.106	1; 14	.040	.267
	Zeit (Runden)	0.557	2; 28	.579	.038
	Interaktion	1.439	2; 28	.254	.093
Mittlere Reaktionszeit	nüchtern vs. Alkohol	1.811	1; 14	.200	.115
	Zeit (Runden)	.153	2; 28	.859	.011
	Interaktion	.736	2; 28	.488	.050

12.4.6 α -Spindelrate und Lidschlussdauer

Unter Alkoholeinfluss war die Spindelrate höher. Darüber hinaus nahm sie über die Zeit zu (Abbildung 46 und Tabelle 63). Diese Veränderung war gleichermaßen in allen untersuchten Hirnarealen zu beobachten. Sowohl der Einfluss des Alkohols als auch die Zeitdauer der Aufgabenbearbeitung verursachte demnach einen Anstieg der α -Aktivität, was eine Zunahme der Ermüdung des Fahrers anzeigt.

Die Lidschlussdauer stellt einen weiteren etablierten Indikator für Müdigkeit dar. Auch sie stieg mit der Fahrtdauer an. Unterschiede, die auf die Wirkung des Alkohols zurückzuführen waren, konnten hier jedoch nicht nachgewiesen werden (Abbildung 46 und Tabelle 63).

**Abbildung 46: Mittelwert und Standardabweichung α -Spindel-Rate (frontal) und Lidschlussdauer.****Tabelle 63: Ergebnisse der statistischen Analyse (GLM) von α -Spindel-Rate und Lidschlussdauer.**

	Effekt	F	df	p	η^2
α -Spindel-Rate frontal	nüchtern vs. Alkohol	13.830	1; 14	.002	.497
	Zeit (Runden)	39.443	2; 28	.000	.738
	Interaktion	.877	2; 28	.427	.059
α -Spindel-Rate zentral	nüchtern vs. Alkohol	12.178	1; 14	.004	.465
	Zeit (Runden)	59.966	2; 28	.000	.811
	Interaktion	.487	2; 28	.620	.034
α -Spindel-Rate parieto-occipital	nüchtern vs. Alkohol	7.532	1; 14	.016	.350
	Zeit (Runden)	53.147	2; 28	.000	.792
	Interaktion	.848	2; 28	.439	.057
Lidschlussdauer [msec]	nüchtern vs. Alkohol	.601	1; 14	.451	.041
	Zeit (Runden)	5.343	2; 28	.011	.276
	Interaktion	.925	2; 28	.408	.062

12.4.7 Vergleich der Leistungsmaße

Die Spurschwankung (SDLP) als zentrales Maß des Road-tracking Test korrelierte negativ mit der Selbsteinschätzung der Leistung durch die Fahrer. Je stärker die Spurschwankung war, umso schlechter wurde folglich die eigene Leistung bewertet. Die SDLP korrelierte weiterhin positiv mit der α -Spindelrate und mit der Lidschlussdauer. Bei beiden Maßen zeigen höhere Werte eine Zunahme der Müdigkeit an. Zwischen der SDLP und der Selbsteinschätzung der Müdigkeit durch die Fahrer bestand jedoch kein Zusammenhang (Tabelle 64).

Tabelle 64: Korrelation (Pearson) von SDLP mit anderen Maßen (beide Bedingungen); „gut“ und „müde“ Einschätzungen der Fahrer.

Effekt		gut	müde	α -Spindel- rate	Lidschluss- dauer
SDLP	r	-.263	.084	.221	.279
	p (2-seitig)	.012	.430	.036	.008
	N	90	90	90	90

12.5 Zusammenfassung

Der Blutalkoholspiegel von 0.5‰ wurde im Mittel von den Fahrern erreicht. Wie bei dieser Alkoholkonzentration zu erwarten, berichteten die Fahrer von einer mittelstark ausgeprägten Alkoholwirkung. Um die Fahrt unter Alkohol zu absolvieren, war mehr Anstrengung notwendig, so ihre Angaben.

Tabelle 65 zeigt im Überblick, ob die Alkoholwirkung und die Zeitdauer des Fahrens (time-on-task) einen Einfluss auf die erfassten Maße hatten. Unter Alkohol gaben die Fahrer an schlechter gefahren zu sein. Sie bewerteten ihre Leistung darüber hinaus mit zunehmender Dauer der Fahrt schlechter. Die Fahrer gaben ferner an, unter Alkohol stärker ermüdet zu sein. Ihre Müdigkeit nahm im Verlauf der Fahrt zu.

Keine der Fahrten wurde abgebrochen. Auch waren bei kaum einer Fahrt Eingriffe des Fahrlehrers notwendig. Beide Maße haben sich somit weder als geeignet erwiesen, um die Leistungsbeeinträchtigung durch Alkohol abzubilden, noch um die Leistungsbeeinträchtigung abzubilden, die auf die Dauer des Fahrens zurückzuführen ist.

Während einzelne Fahrfehler sehr häufig auftraten, traten andere sehr selten oder überhaupt nicht auf. Zwar nahm die Anzahl der Fahrfehler insgesamt mit der Dauer des Fahrens zu, ein Einfluss des Alkohols war hier aber nicht nachweisbar. Darüber hinaus bestanden hinsichtlich der Anzahl der Fahrfehler große interindividuelle Unterschiede.

Der Bewertung des Fahrlehrers zufolge verschlechterte sich die Leistung der Fahrer über die Zeit. Auch nahmen die Anzeichen von Müdigkeit mit der Dauer der Fahrt zu. Fuhren die Fahrer unter Alkoholeinfluss, wurde ihre Fahrleistung vom Fahrlehrer als schlechter bewertet. Auch waren dann die Anzeichen von Müdigkeit deutlicher ausgeprägt.

Unter Alkoholeinfluss war die SDLP größer. Sie nahm darüber hinaus über die Zeit der Fahrt zu. Ebenso fuhren die Fahrer unter Alkohol längere Zeit im Bereich der rechten Fahrbahnbegrenzung und damit in einem kritischen Bereich. Auch hier war eine Zunahme über die Zeit nachweisbar.

Die Auswertung der Nebenaufgabe zeigte keine eindeutigen, durch die Dauer der Aufgabenausführung oder durch die Wirkung des Alkohols bedingte Veränderungen.

Von den beiden physiologischen Indikatoren der Ermüdung zeigte sich in der α -Spindelrate eine Zunahme der Müdigkeit über die Zeit. Hier zeigte sich auch eine stärkere Müdigkeit unter

Alkoholeinfluss. Bei der Analyse der Lidschlussdauer war nur eine Zunahme der Müdigkeit über die Zeit nachweisbar, jedoch kein Einfluss des Alkohols.

Aus dem Vergleich der verschiedenen Maße lässt sich ableiten, dass die SDLP ein geeignetes Maß ist, ermüdungsbedingte Beeinträchtigungen beim Fahren nachzuweisen. Mit der Zunahme der Ermüdung, nachgewiesen über das physiologische Korrelat der α -Spindelrate, nahm auch die SDLP zu. Alkohol verstärkte die Müdigkeit und die müdigkeitsbedingten Leistungsbeeinträchtigungen. Diese Leistungsbeeinträchtigungen und die zunehmende Ermüdung wurden sowohl von den Fahrern selbst als auch von einem geschulten Fahrlehrer wahrgenommen.

Tabelle 65: Überblick über wesentliche Ergebnisse.

Datenquelle	Maß	Haupteffekt Alkohol	Haupteffekt Zeit
Fahrer	Leistung	ja	ja
	Müdigkeit	ja	ja
Fahrlehrer	Abbruch der Fahrten / Eingriffe	-	-
	Fahrfehler	nein	ja
	Leistung	ja	ja
	Müdigkeit	ja	ja
Messtechnik	SDLP	ja	ja
	Spurfehler	ja	ja
Nebenaufgabe	Trefferrate	ja	nein
	Reaktionszeit	nein	nein
Physiologie	α -Spindel-Rate	ja	ja
	Lidschlussdauer	nein	ja

13 Studie 6: Erfassung der Fahrsicherheit von Patienten mit chronischen Schmerzen unter analgetischer Medikation in einem standardisierten Fahrversuch

Hier wurde in einem standardisierten Fahrversuch geprüft, ob die Fahrsicherheit von Patienten mit chronischen Schmerzen, die mit starken Opioiden behandelt werden, eingeschränkt ist. Gemäß den einschlägigen Vorgaben (BAST, 2010) wurde eine altersunabhängige Gruppe gesunder Fahrer für den Leistungsvergleich herangezogen. Dazu wurde auf Daten aus Studie 4 zurückgegriffen. Die Patientengruppe rekrutierte sich aus den Teilnehmern an Studie 3.

Die Versuchsfahrten wurden zwischen März und September 2010 in Zusammenarbeit mit der Universität Maastricht in Maastricht durchgeführt. Sie waren Teil des Untersuchungsvorhabens mit der EUDRACT-Nummer 2009-011774-15 (Effects of opioid analgesics on driving ability of pain patients [Untersuchung zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten]). Die Rekrutierung der Patienten, wie auch alle übrigen ärztlichen Aufgaben, wurden von der Schmerzambulanz der Universität Köln übernommen.

13.1 Stichprobe

An dieser Studie nahmen 20 Patienten mit chronischen Schmerzen teil, die langfristig mit starken Opioiden behandelt wurden. Diese Patienten haben auch an Studie 3 teilgenommen. Zwischen der Teilnahme am Fahrversuch und der Teilnahme an der computerbasierten Testung blieb die Medikation unverändert. Für den Vergleich wurde auf die Daten der 19 gesunden Fahrer aus Studie 4 zurückgegriffen. Aus Studie 2 lagen von diesen Fahrern ebenfalls Daten aus der computerbasierten Testung vor.

Die 13 männlichen und 7 weiblichen Schmerzpatienten waren zwischen 35 und 68 Jahren ($m = 54$, $sd = 8.91$) alt (Tabelle 66). Der überwiegende Anteil der Patienten litt an muskuloskelettalen Schmerzen. Gemäß den Ein- und Ausschlusskriterien (analog zu Studie 3) wurden alle Patienten seit mindestens vier Wochen mit einem von fünf starken Opioiden (WHO-Stufe 3) behandelt; in der Regel deutlich länger. Die Art des Opioids und dessen Dosierung waren individuell auf die jeweiligen Patienten abgestimmt. Die Dosis lag stets oberhalb der substanzspezifischen Mindestdosen, die in Tabelle 34 aufgelistet sind. Wie auch in Studie 3 wurden für die psychoaktive Begleitmedikation Dosisobergrenzen eingehalten (Tabelle 35). Fentanyl, Oxycodon und Hydromorphon waren in der untersuchten Gruppe die am häufigsten eingesetzten Opioide, gefolgt von Morphinsulfat. Nur ein Patient wurde mit Buprenorphin behandelt. In Tabelle 66 ist die Patientengruppe der Kontrollgruppe aus gesunden Fahrern gegenübergestellt. Aufgrund der Schichtung nach Altersgruppen war das Durchschnittsalter in der Gruppe der Patienten höher. Auch wurde in dieser Gruppe weniger gefahren. Entsprechend ihrem höheren Alter waren die Patienten bereits länger in Besitz eines Führerscheins als die Fahrer in der Kontrollgruppe.

Tabelle 66: Übersicht der Stichprobenmerkmale.

Merkmale		Patienten (N = 20)	Gesunde (N = 19)
Alter (Jahre)	Mittelwert (sd)	54 (8.91)	43 (11.07)
Geschlecht	männlich N (%)	13 (65%)	12 (63%)
	weiblich N (%)	7 (35%)	7 (37%)
Fahrerfahrung (km letzte 12 Monate)	Median (Spannweite)	8500 (1200 - 25000)	12000 (2000 - 50000)
Dauer Fahrerlaubnis (Jahre)	Median (Spannweite)	34 (17 - 50)	25 (5 - 40)
Dauer der Schmerz Erkrankung (Jahre)	Median (Spannweite)	12.5 (5 - 27)	-
Schmerzdiagnose (N)	Muskuloskelettaler Schmerz	16	-
	Viszeraler Schmerz	2	-
	andere	2	-
Behandlungsdauer (Monate)	Median (Spannweite)	24 (1 – 132)	
Opioid (N; Median Dosis; Dosisbereich)	Fentanyl	5 (25 µg/h; 25 µg/h – 75 µg/h)	
	Buprenorphin	1 (87.5 µg/h; --)	
	Oxycodon	5 (140 mg/d; 30 mg/d – 150 mg/d)	
	Hydromorphon	6 (26 mg/d; 16 mg/d – 56 mg/d)	
	Morphinsulfat	3 (120 mg/d; 60 mg/d – 140 mg/d)	

13.2 Studiendesign und Durchführung

Dieser Studie lag ein quasi-experimenteller Versuchsplan zugrunde. Die Versuchsfahrten wurden in den Niederlanden durchgeführt. Der Ablauf war analog zu dem in Studie 4. Bei den Patienten erfolgte die medizinische Untersuchung und die Abnahme der Blut-, Speichel- und Urinproben noch vor dem Transfer nach Maastricht in Köln an der Schmerzambulanz. Tabelle 67 zeigt den Ablauf für die Patienten und die Kontrollgruppe im Vergleich. Pro Erhebungstag konnte aufgrund des zeitlichen Aufwands nur eine Messfahrt durchgeführt werden.

Alle Fahrer wurden im Messfahrzeug bis zu einem Rastplatz in den Niederlanden nahe der deutschen Grenze gefahren, wo sie von einem niederländischen Fahrlehrer erwartet wurden. Dieser wies sie in das Fahrzeug ein. Nach einer kurzen Eingewöhnungsfahrt auf dem Rastplatz fuhren alle Probanden die 30km lange Strecke bis zum Universitätsgebäude in Maastricht selbst. Diese Strecke führte überwiegend über Autobahnen. Während der Fahrt wurden der Road-tracking Test und der Car-following Test geübt. Etwa die Hälfte der Strecke fuhr daher ein Untersuchungsleiter mit dem zweiten Messfahrzeug voraus und führte mindestens drei Bremsereignisse und drei Geschwindigkeitsänderungszyklen aus.

Während in der Kontrollgruppe das Placebo gegeben wurde, erhielten die Patienten in der Kantine der Universität ein Mittagessen. Im Anschluss daran wurde der Road-tracking Test durchgeführt. Nach Abschluss des Road-tracking Tests und einer Pause im Universitätsgebäude folgte der Car-following Test.

Vor dem Road-tracking Test und vor dem Car-following Test gaben alle Probanden an, ob sie derzeit fahrtüchtig sind. Sowohl vor als auch nach diesen beiden Tests wurde ihre Müdigkeit mit Hilfe der KSS (Kapitel 7.2.9) erfasst. Mittels einer visuellen Analogskala machten die Patienten Angaben zur

Stärke ihrer Schmerzen (Kapitel 7.2.2). Jeweils am Ende der beiden Fahrttests bewerteten alle Probanden wie gut sie gefahren waren, wozu ebenfalls eine visuelle Analogskala eingesetzt wurde (Kapitel 7.2.2). Weiterhin gaben sie anhand der RSME (Kapitel 7.2.11) an, wie anstrengend der gerade absolvierte Fahrttest jeweils war. Die Patienten machten zusätzlich noch Angaben zur Schmerzstärke und zum Ausmaß, in dem die Schmerzen sowie die Nebenwirkungen der Medikamente ihre Leistung beeinträchtigt hatten.

Alle Fahrten wurden, wie in Kapitel 7.4.4 beschrieben, von einem Fahrlehrer dokumentiert und bewertet. Nach Abschluss der Fahrten wurden alle Probanden nach Hause gebracht.

Tabelle 67: Ablaufplan des Fahrversuchs.

Beginn	Ende	Patienten	Kontrollgruppe
09:30	09:00	Abgabe Blut-, Urin- und Speichelprobe, Kontrolle der Ein-/Ausschlusskriterien	Kontrolle der Ein-/Ausschlusskriterien
09:00	10:30	Transfer zur holländischen Grenze	
11:00	11:45	Treffen mit dem Fahrlehrer, Fahrt zur Universität Maastricht mit Eingewöhnung an das Fahrzeug und die Fahrmanöver	
11:45	12:15	Mittagessen	Placebogabe
12:15	12:30	Fahrt zum Startpunkt des Road-tracking Test	
12:30	13:30	Road-tracking Test	
13:30	13:45	Rückfahrt zum Universitätsgebäude	
13:45	14:00	Pause	Pause und Placebogabe
14:00	14:05	Fahrt zum Startpunkt des Car-following Test	
14:05	14:45	Car-following Test	
14:45	15:00	Rückfahrt zum Universitätsgebäude	
15:00	15:10	Pause	
15:10	16:45	Rücktransfer nach Köln	

13.3 Ergebnisse

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der Blutanalysen dargestellt. Dann werden Angaben zur Vergleichbarkeit der in beiden Bedingungen durchgeführten Fahrten gemacht. Daran schließt sich die Darstellung der subjektiven und der Leistungsmaße aus den Fahrversuchen an. Abschließend werden die Leistungsmaße aus dem Fahrversuch mit denen aus der computerbasierten Testung verglichen.

13.3.1 Toxikologische Analyse der Blutproben

Die Konzentrationen der Opioide wurden im Vollblut und im Blutplasma bestimmt. Tabelle 68 zeigt die Ergebnisse zusammen mit den ermittelten Umrechnungsfaktoren. Diese lagen jeweils im Bereich um eins. Für Buprenorphin konnte kein Umrechnungsfaktor berechnet werden, da für diese Substanz nur eine Probe vorlag. Detailliertere Angaben und die Ergebnisse der Analyse der Speichelproben sind bei Jantos und Skopp (2011) zu finden.

Tabelle 68: Ermittelte durchschnittliche Opioid-Konzentrationen in Vollblut und Blutplasma (Spannweite) unter Angabe des Vollblut-Plasma-Verhältnisses (Jantos & Skopp, 2011, S. 236); N = Anzahl der analysierten Proben.

Opioid	Vollblut [ng/mL]	Plasma [ng/mL]	Verhältnis Vollblut/Plasma [Intervall]	N
Buprenorphin	0.15 (–)	0.30	–	1
Fentanyl	0.48 (0.18 – 4.0)	0.61 (0.20 – 4.24)	0.62-1.02	5
Hydromorphon	10.80 (2.31 – 20.17)	9.85 (2.41 – 19.71)	0.91-1.22	6
Morphin	210.56 (97.77 – 215.65)	205.75 (91.78 – 206.70)	0.96-1.07	3
Oxycodon	70.02 (47.17 – 122.55)	54.33 (30.62 – 89.84)	1.29-1.76	5

13.3.2 Vergleichbarkeit der Verkehrsbedingungen

Beim Road-tracking Test wurde die Anzahl der Überholmanöver als Maß für die Verkehrsdichte herangezogen. Während die Patienten im Durchschnitt 23 Mal ein anderes Fahrzeug überholten (sd = 7.05), taten dies die gesunden Fahrer 19 Mal (sd = 7.50). Es kann daher davon ausgegangen werden, dass vergleichbare Verkehrsbedingungen vorlagen. In Abbildung 47 sind diese Ergebnisse grafisch veranschaulicht.

Beim Car-following Test konnten die Geschwindigkeitsänderungszyklen und auch die Bremsereignisse nur durchgeführt werden, wenn die Verkehrssituation dies erlaubte. Daher wurde für dieses Manöver die Anzahl der erfolgreich durchgeführten Ereignisse als Maß für die Verkehrsdichte herangezogen. Im Mittel konnten, wie aus Abbildung 48 zu ersehen, in beiden Gruppen mehr als die acht im Ablaufprotokoll vorgesehenen Ereignisse durchgeführt werden. Es lagen keine Hinweise auf systematische Unterschiede zwischen den Verkehrsbedingungen bei den Fahrten der beiden Gruppen vor.

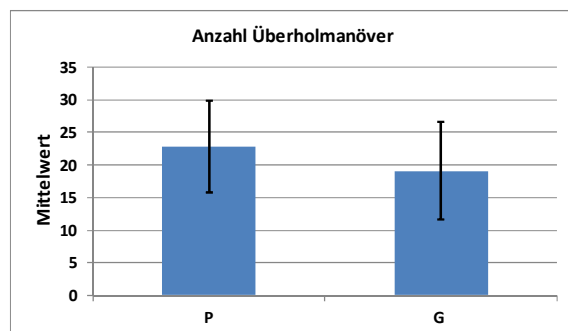


Abbildung 47: Durchschnittliche Anzahl (± SD) der Überholmanöver im Road-tracking Test (P = Patienten, G = Gesunde).

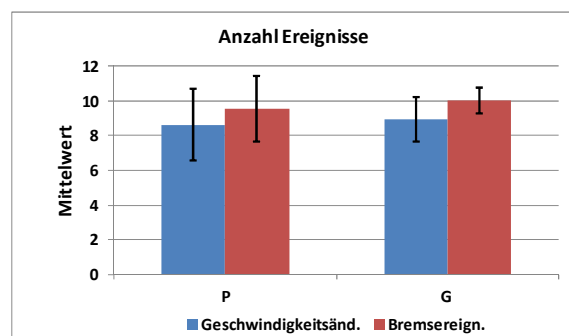


Abbildung 48: Durchschnittliche Anzahl (± SD) der erfolgreich durchgeführten Geschwindigkeitsänderungszyklen und Bremsereignisse im Car-following Test (P = Patienten, G = Gesunde).

13.3.3 Selbsteinschätzungen

Im Verlauf des Fahrversuchs wurden die Fahrer zu unterschiedlichen Aspekten befragt. Soweit nicht anders vermerkt, beziehen sich die im Folgenden dargestellten Ergebnisse aus diesen Befragungen immer auf den Road-tracking Test bzw. den Car-following Test als Ganzes.

Schmerz

Sowohl im Verlauf des Road-tracking Test als auch im Verlauf des Car-following Test nahm die Schmerzintensität etwas zu. Insgesamt lagen die Urteile der Fahrer jedoch bei beiden Fahrtests im unteren Drittel bis Mitte der Skala (Abbildung 49). Befragt nach der Stärke der Leistungsbeeinträchtigung durch die Schmerzen und durch die Medikamente, lagen die Urteile ebenfalls im unteren Drittel der Skala. Von beidem schienen die Patienten demnach gleichermaßen wenig beeinträchtigt zu sein.

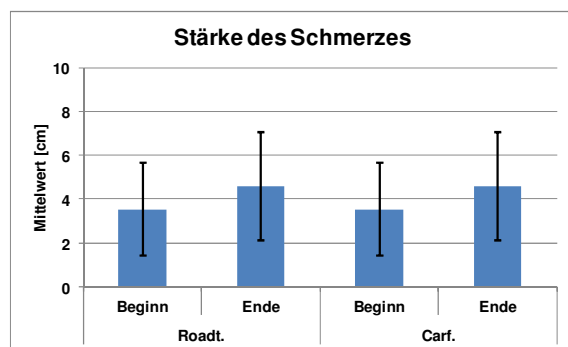


Abbildung 49: Mittelwert (± SD) Stärke des Schmerzes (0 = kein Schmerz / 10 = stärkster vorstellbarer Schmerz).

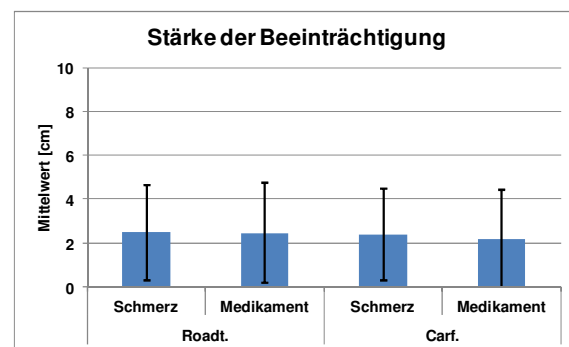


Abbildung 50: Mittelwert (± SD) Ausmaß der Beeinträchtigung durch den Schmerz und die Medikamente (0 = keine Beeinträchtigung / 10 = stärkste vorstellbare Beeinträchtigung).

Leistung

Weder beim Road-tracking Test ($F_{1,37} = .514$, $p \leq .478$) noch beim Car-following Test ($F_{1,37} = 1.064$, $p \leq .309$) zeigten sich Unterschiede in der Selbstbewertung der Leistung. In beiden Gruppen lagen die Urteile zu beiden Fahrtests auf der 10cm langen Skala bei etwa sieben. Die Pole waren mit 0 „sehr schlecht“ und 10 „sehr gut“ bezeichnet. Sowohl Patienten als auch gesunde Fahrer schätzten ihre Leistung demnach gleichermaßen als eher gut ein (Tabelle 69 & Tabelle 70).

Anstrengung

Um die Fahraufgaben zu absolvieren, war sowohl beim Road-tracking Test als auch beim Car-following Test ein eher geringes Ausmaß an Anstrengung notwendig (Tabelle 69 & Tabelle 70). Weder beim Road-tracking Test ($F_{1,37} = .017$, $p \leq .896$) noch beim Car-following Test ($F_{1,37} = .902$, $p \leq .348$) ließen sich hier signifikante Gruppenunterschiede nachweisen.

Müdigkeit

Der Road-tracking Test ermüdete die Patienten etwas weniger als die gesunden Fahrer ($F_{1,37} = 5.708$, $p \leq .022$). Beim Car-following Test bestand kein Unterschied zwischen beiden untersuchten Gruppen ($F_{1,37} = .016$, $p \leq .901$). Insgesamt lagen die Urteile auf der KSS im Bereich zwischen drei und vier (Tabelle 69 & Tabelle 70), der den Verbalkategorien „eher wach“ und „wach“ zugeordnet ist. Es kam folglich in beiden Gruppen zu keiner ausgeprägten Ermüdung der Fahrer.

Tabelle 69: Mittelwert (SD) und Ergebnisse der ANOVA für die subjektiven Maße im Road-tracking Test (P = Patienten, G = Gesunde).

Item	P (N = 20)	G (N = 19)	p ≤	η^2
Leistung	7.45 (1.28)	7.16 (1.22)	.478	.014
Anstrengung	3.99 (2.94)	4.10 (2.19)	.896	.000
Müdigkeit (KSS)	3.19 (1.39)	4.14 (1.08)	.022	.134

Tabelle 70: Mittelwert (SD) und Ergebnisse der ANOVA für die subjektiven Maße im Car-following Test (P = Patienten, G = Gesunde).

Item	P (N = 20)	G (N = 19)	p ≤	η^2
Leistung	7.66 (1.27)	7.25 (1.22)	.309	.028
Anstrengung	3.26 (2.49)	2.64 (1.33)	.348	.024
Müdigkeit (KSS)	3.58 (1.79)	3.51 (1.21)	.901	.000

13.3.4 Verhaltensmaße

Lediglich ein gesunder Fahrer beendete den Road-tracking Test auf eigenen Wunsch hin vorzeitig. Er gab nach zwei Drittel der Strecke an, zu müde zu sein, um die Fahrt sicher fortsetzen zu können. Alle Patienten absolvierten alle Fahrten vollständig. Die Folgefahrten wurden in beiden Gruppen vollständig absolviert.

Road-tracking Test

Die SDLP wurde für die Gesamtfahrt, wie in Kapitel 7.4.3 beschrieben, bestimmt. In der Tendenz nahm sie bei den Patienten höhere Werte an als in der Vergleichsgruppe (Abbildung 51 & Tabelle 71). Dieses stärkere Schwanken in der Spur ist Indikator einer Leistungsbeeinträchtigung. Jedoch erreichte dieser Unterschied nicht das geforderte Signifikanzkriterium ($F_{1,37} = 3.705$, $p \leq .062$). Wurde zusätzlich das Alter der Fahrer als Covariate in die Analyse aufgenommen, trat der Gruppenunterschied deutlicher hervor ($F_{2,36} = 3.820$, $p \leq .031$, $\eta^2 = .175$).

Die Fahrer wurden instruiert, möglichst immer mit 95km/h zu fahren. Die Einhaltung dieser Geschwindigkeitsvorgabe wurde vom Fahrlehrer überwacht. Die in beiden Gruppen gemessene Durchschnittsgeschwindigkeit belegt, dass die Geschwindigkeitsvorgabe in beiden Gruppen eingehalten wurde. In der Tendenz war die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit der Patienten etwas höher, wertemäßig war dieser Unterschied jedoch sehr klein (Tabelle 71; $F_{1,37} = 3.705$, $p \leq .077$). Obgleich sich bei der Variation der Geschwindigkeit ein signifikanter Gruppenunterschied zeigte ($F_{1,16} = 4.305$, $p \leq .043$), fiel dieser wertemäßig sehr gering aus (Tabelle 71).

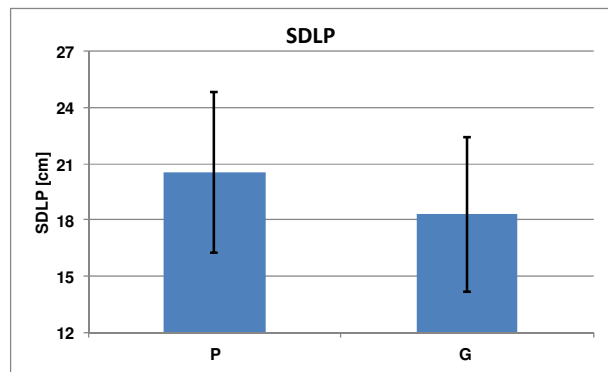


Abbildung 51: Mittelwert (\pm SD) der Standardabweichung der Spurposition (SDLP) in cm (P = Patienten, G = Gesunde).

Car-following Test

Zwischen beiden untersuchten Gruppen bestand kein Unterschied in der Geschwindigkeit, mit der die Fahrer ihre Fahrgeschwindigkeit an Geschwindigkeitsänderungen des vorausfahrenden Fahrzeugs anpassten (TSA in Tabelle 71; $F_{1,37} = .079$, $p \leq .781$). Die zusätzliche Aufnahme des Alters der Fahrer als Covariate in die Analyse führte hier zu keiner Veränderung der Ergebnislage ($F_{2,36} = .228$, $p \leq .797$, $\eta^2 = .013$). Dieser Anpassungsprozess erfolgte in beiden Gruppen ähnlich (gain in Tabelle 71; $F_{1,37} = .100$, $p \leq .754$; Kohärenz in Tabelle 71; $F_{1,37} = .000$, $p \leq .999$). Auch auf das Bremsen des vorausfahrenden Fahrzeugs reagierten die Fahrer in beiden Gruppen ähnlich schnell (RT in Tabelle 71; $F_{1,37} = .696$, $p \leq .410$). Wiederum ergab sich aus der zusätzlichen Berücksichtigung des Alters der Fahrer im Analysemodell kein Einfluss auf die Ergebnislage ($F_{2,36} = .340$, $p \leq .714$, $\eta^2 = .019$).

Tabelle 71: Mittelwert (SD) und Ergebnisse der ANOVA für die Leistungsmaße im Fahrversuch (P = Patienten, G = Gesunde).

Parameter	P (N = 20)	G (N = 19)	p ≤	η^2
SDLP (cm)	20.53 (4.29)	17.96 (4.04)	.062	.091
v_x (km/h)	95.24 (1.34)	94.56 (0.94)	.077	.082
SD v_x (km/h)	2.36 (0.66)	1.91 (0.69)	.043	.106
TSA (sec.)	3.17 (1.00)	3.26 (0.79)	.781	.002
Gain	1.19 (0.06)	1.20 (0.15)	.754	.003
Kohärenz	0.96 (0.03)	0.96 (0.02)	.999	.000
RT (sec.)	0.93 (0.29)	0.86 (0.15)	.410	.018

Korrelation mit Stichprobenmerkmalen

Zwischen dem Alter der Fahrer und der Höhe der SDLP bestand ein positiver Zusammenhang, was bedeutet, dass ältere Fahrer auch stärker in der Spur schwankten und damit größere Beeinträchtigungen ihrer Fahrsicherheit zeigten. Das Geschlecht der Fahrer sowie deren Fahrerfahrung hingen hingegen nicht mit diesem Leistungsparameter zusammen (Tabelle 72).

Von den schmerzspezifischen Merkmalen zeigte sich ein Zusammenhang zur SDLP nur bei der Schmerzintensität nach der Fahrt (Tabelle 72). Fahrer, die am Ende der Fahrt angaben, stärkere Schmerzen zu haben, hielten die Spur exakter ein. Weder die Dauer der Schmerzerkrankung noch

die in Morphinäquivalenzdosen umgerechnete Menge des Opioids standen mit diesem Leistungsmaß in einem signifikanten Zusammenhang.

Tabelle 72: Korrelation (Pearson) zwischen SDLP und Stichprobenmerkmalen.

Merkmal	r	≤ p	N
		(zweiseitig)	
Alter	.401	.011	39
Geschlecht	.234	.069	39
Fahrerfahrung (km letzte 12 Monate)	-.215	.188	39
Dauer	-.042	.861	20
Schmerzzerkrankung			
Morphin- äquivalenzdosis	.119	.618	20
Schmerzintensität <u>vor</u> der Fahrt	-.360	.119	20
Schmerzintensität <u>nach</u> der Fahrt	-.500	.025	20

Tabelle 73 zeigt die entsprechenden Korrelationen für die Reaktionszeitmaße aus dem Car-following Test. Demnach bestand nur zwischen der Morphinäquivalenzdosis und der Geschwindigkeit, mit der die Fahrer auf das Bremsen des vorausfahrenden Fahrzeugs reagierten, ein positiver Zusammenhang. Folglich benötigten die Patienten mit zunehmender Dosis länger um zu reagieren. Ein Zusammenhang zur Schmerzstärke, wie er bei der SDLP bestand, bestand hier nicht. Alter, Geschlecht und Fahrerfahrung hingen ebenfalls mit keinem der beiden Reaktionszeitmaße aus diesem Fahrttest zusammen.

Tabelle 73: Korrelation (Pearson) zwischen den Reaktionszeitmaßen aus dem Car-following Test und Stichprobenmerkmalen.

Merkmal	TSA		RT		N
	r	≤ p (zweiseitig)	r	≤ p (zweiseitig)	
Alter	.066	.690	.074	.656	39
Geschlecht	.069	.676	.124	.452	39
Fahrerfahrung (km letzte 12 Monate)	-.054	.742	.142	.390	39
Dauer Schmerzzerkrankung	-.284	.226	-.066	.781	20
Morphinäquivalenzdosis	.173	.466	.716	.000	20
Schmerzintensität <u>vor</u> der Fahrt	.305	.190	.216	.361	20
Schmerzintensität <u>nach</u> der Fahrt	.311	.182	.283	.227	20

13.3.5 Zusammenhänge zwischen der fahrsicherheitsrelevanten Leistungsbereich und Leistungsparametern aus dem Fahrversuch

19 der 21 Gesunden und 20 der 26 Patienten nahmen sowohl an der computerbasierten Testung, als auch am Fahrversuch teil. Für diese 39 Probanden konnten die Leistungsparameter aus der computerbasierten Testung mit denen des Fahrversuchs verglichen werden. Damit jede Person nur einmal in diese Analyse einging, wurden von den gesunden Fahrern nur die jeweils nüchtern absolvierten Fahrten berücksichtigt.

Nur zwischen der Leistung in der computerbasierten Testung und der Leistung im Road-tracking Test bestand ein signifikanter Zusammenhang mittlerer Höhe (Tabelle 74). Probanden, die in den verkehrspsychologischen Tests eine bessere Leistung erzielten, wiesen eine geringere SDLP auf; sie hielten die Spur demnach exakter ein. Dieser Zusammenhang bestand sowohl zum Kriterium des Bestehens der gesamten Testbatterie, sowie zur Anzahl der Tests, in denen mindestens ein Prozentrang von 16 erzielt wurde, wie auch zum Gesamtscore. Zur Leistung im Car-following Test bestand ein solcher Zusammenhang nicht.

Tabelle 74: Korrelation (Spearman) zwischen dem Bestehen aller Tests nach FeV (0/1), der Anzahl der bestandenen Tests nach FeV (bestanden = Prozentrang > 16) sowie dem Score aus den Prozenträngen der Tests nach FeV mit Leistungsparametern aus dem Fahrversuch (SDLP = Spurschwanken, TSA = Zeitdauer bis zur Anpassung der Geschwindigkeit beim Folgefahren, RT = Bremsreaktionszeit); N = 39.

FeV		SDLP	TSA	RT
alle Tests	r	-.325	.230	.197
PR >16	p (2-seitig)	.043	.159	.230
Anzahl Test mit	r	-.319	.244	.202
PR >16	p (2-seitig)	.048	.134	.218
Score	r	-.321	.062	-.133
aus PR aller Tests	p (2-seitig)	.046	.706	.419

Tabelle 75 enthält die Ergebnisse dieses Vergleichs, erweitert auf alle mit dem Wiener Testsystem durchgeführten Tests. Wiederum bestanden signifikante Zusammenhänge nur zum Leistungsparameter aus dem Road-tracking Test. Diese bestanden allerdings nicht zu allen der durchgeführten Tests und erreichten nur eine mittlere Höhe. Zu den aus dem Car-following Test bestimmten Leistungsparametern konnte kein Zusammenhang nachgewiesen werden.

Je besser die Leistung im Determinationstest war, umso geringer war die SDLP. Eine geringere SDLP zeigt eine präzisere Spurhaltung an und damit eine bessere Leistung. Allerdings handelt es sich beim Determinationstest um einen Mehrfachreiz-Reaktionstest, der andere Anforderungen an den Fahrer stellt als der Road-tracking Test. Dieser positive Zusammenhang bestand auch beim Zweihand-Koordinationstest: Je besser die Leistung in diesem Test war, desto geringer war auch hier die SDLP. In den Anforderungen beider Tests sind zumindest Ähnlichkeiten zu erkennen: sowohl beim Road-tracking Test als auch beim Zweihand-Koordinationstest handelt es sich um eine Trackingaufgabe. Jedoch ist die Notwendigkeit zur Aufrechterhaltung der Leistung unter Monotonie beim Road-tracking Test sehr viel eher gegeben als beim Zweihand-Koordinationstest. Während die Fahrdauer beim Road-tracking Test etwa eine Stunde erfordert, beträgt die Bearbeitungszeit für den Zweihand-Koordinationstest nur etwa vier Minuten.

Sowohl beim Road-tracking Test als auch beim Vigilanztest muss die Aufmerksamkeit unter monotonen Bedingungen aufrechterhalten werden. Entsprechend wäre hier ein Zusammenhang zwischen den jeweiligen Leistungsparametern zu erwarten gewesen. Ein solcher konnte in den Daten jedoch nicht gefunden werden.

Zwischen der SDLP und der Leistung im Wiener Risikobereitschaftstest bestand ein positiver Zusammenhang. Höhere Prozentränge im Wiener Risikobereitschaftstest zeigen eine geringere Risikobereitschaft an. Entsprechend zeigt die positive Korrelation an, dass mit der Abnahme der Risikobereitschaft eine Zunahme der SDLP einherging.

Insbesondere die beiden Reaktionszeitparameter aus dem Car-following Test, die Zeit bis zur Anpassung der Fahrgeschwindigkeit an Geschwindigkeitsänderungen des vorausfahrenden Fahrzeugs (TSA) und das Reagieren auf das Bremsen des vorausfahrenden Fahrzeugs (RT), standen in keinem Zusammenhang zu Leistungsparametern der computerbasierten Testung. Aus inhaltlichen Überlegungen wäre hier ein Zusammenhang zum Reaktionstest und dem Determinationstest zu erwarten gewesen, da bei beiden die Reaktionszeitkomponente sehr ausgeprägt ist.

Tabelle 75: Korrelation zwischen Gesamtscore und Einzeltests mit Leistungsparametern aus dem Fahrversuch (SDLP = Spurschwanken, TSA = Zeitdauer bis zur Anpassung der Geschwindigkeit, RT = Bremsreaktionszeit); N = 39.

Test / Score		SDLP	TSA	RT
Gesamt	r	-.329	.062	-.133
	p (2-seitig)	.041	.706	.419
DT	r	-.388	-.024	-.155
	p (2-seitig)	.015	.882	.346
COG	r	-.083	-.038	-.156
	p (2-seitig)	.617	.821	.343
ATAVT	r	-.305	.129	-.184
	p (2-seitig)	.059	.435	.262
LVT	r	-.131	.098	.016
	p (2-seitig)	.426	.551	.924
RT ²⁰	r	-.098	.062	.073
	p (2-seitig)	.552	.710	.661
2HAND ²¹	r	-.444	-.157	.021
	p (2-seitig)	.006	.354	.902
WRBTV	r	.342	-.074	.067
	p (2-seitig)	.033	.654	.686
VIGIL ²²	r	-.243	-.149	.121
	p (2-seitig)	.136	.366	.464

13.4 Zusammenfassung

In dieser Studie wurde die Fahrsicherheit von Schmerzpatienten bei Langzeitanwendung von Opioiden bei nicht-tumorbedingten Schmerzen untersucht. Dazu wurde ein standardisierter Fahrversuch durchgeführt, der aus dem Road-tracking Test und dem Car-following Test bestand.

Im Verlauf der beiden Fahrtests berichteten die Schmerzpatienten von einer Zunahme der Schmerzen. Diese war jedoch nicht sehr stark ausgeprägt, so wie auch die Schmerzintensität zu Beginn der Fahrt eher gering ausgeprägt war. Ferner gaben die Patienten an, von den Schmerzen und den Nebenwirkungen ihrer Medikation nur in geringem Umfang beeinträchtigt gewesen zu sein.

Beim Road-tracking Test bewerteten die Patienten ihre Leistung nicht schlechter als die gesunden Fahrer. Auch war von den Patienten nicht mehr Anstrengung nötig, um diesen Test zu absolvieren,

²⁰ Bezogen auf Score (vgl. Tabelle 17).

²¹ Bezogen auf Score (vgl. Tabelle 17).

²² Bezogen auf Score (vgl. Tabelle 17).

als von den Fahrern der Vergleichsgruppe. Die monotone Fahrt auf der Autobahn ermüdete die Patienten sogar etwas weniger als die gesunden Fahrer. Auch beim Car-following Test schätzten die Patienten ihre eigene Leistung nicht schlechter ein als die gesunden Fahrer. In der Tendenz mussten sich die Patienten etwas mehr anstrengen um diesen Test zu absolvieren, der sie aber nicht stärker ermüdete als die gesunden Fahrer.

Die Betrachtung des Leistungsparameters SDLP aus dem Road-tracking Test zeigte eine Leistungsbeeinträchtigung der Patienten an. In der Tendenz hielten diese die Spur weniger exakt ein als gesunde Fahrer. Dass hier die Signifikanzgrenze nicht erreicht wurde, ist möglicherweise auf den recht kleinen Stichprobenumfang zurückzuführen. Hinzu kommen die deutlichen Leistungsunterschiede, die zwischen den Patienten bestanden. Auf beiden Reaktionszeitmaßen des Car-following Tests zeigten sich keine Leistungsunterschiede zwischen Patienten und gesunden Fahrern. Demnach passten die Patienten weder ihre Fahrgeschwindigkeit langsamer an die des Führungsfahrzeugs an, noch reagierten sie langsamer auf das Bremsen des vorausfahrenden Fahrzeugs. Zwischen der Reaktionsgeschwindigkeit und der Morphinäquivalenzdosis konnte ein korrelativer Zusammenhang nachgewiesen werden: Mit Zunahme der Dosis nahm auch die Reaktionszeit zu, was Indikator einer Leistungsbeeinträchtigung ist.

Je besser die Leistung in der computerbasierten Testung war, umso exakter hielten die Fahrer die Spur ein. Während für den Road-tracking Test also ein Zusammenhang zwischen der Leistung in der computerbasierten Testung und dem Fahrversuch nachgewiesen werden konnte, war dies beim Car-following Test nicht möglich. Beide aus diesem Test errechneten Reaktionszeitmaße standen in keinem signifikanten Zusammenhang zur Leistung, die in den Tests des Wiener Testsystems erzielt wurde.

14 Studie 7: Selbstberichtete Fahrerleistung und –eigenschaften von Patienten mit chronischen Schmerzen

Häufig wurden in Studien zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten mögliche konfundierende Faktoren wie Schmerzintensität und Begleiterkrankungen nicht ausreichend kontrolliert (Mailis-Gagnon et al., 2012). Neben der Beteiligung an Unfällen und der Häufigkeit von Verkehrsverstößen wurden daher in dieser Studie Aspekte erfasst, die mit der sicheren Teilnahme am Straßenverkehr in Verbindung stehen. Dabei wurden auch kompensatorische Strategien berücksichtigt. Diese Daten wurden durch eine umfangreiche Befragung der Probanden aus Studie 3 gewonnen.

Dieser Untersuchungsteil wurde als klinische Studie konform zu den Richtlinien der Good Clinical Practice durchgeführt. Er ist Teil des Untersuchungsvorhabens, das unter der EUDRACT-Nummer 2009-011774-15 (Effects of opioid analgesics on driving ability of pain patients [Untersuchung zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten]) von den zuständigen Stellen genehmigt wurde.

14.1 Stichprobe

In diese Studie gingen Daten von 47 Probanden ein (Tabelle 76). Davon waren 26 Patienten mit chronischen Schmerzen. 21 waren gesunde Fahrer. Diese bildeten die Kontrollgruppe, die nach vier Altersgruppen geschichtet war (20-30, 30-40, 40-50, 50-65 Jahre). Mit 54 Jahren ($sd = 8.28$) war das Durchschnittsalter der Patienten etwas höher als das der Kontrollgruppe, das bei 43 Jahren ($sd = 10.68$) lag.

Die 15 männlichen und 11 weiblichen Schmerzpatienten wurden an der Schmerzambulanz der Universitätsklinik Köln behandelt. Sie litten an chronischen, nicht durch Krebs verursachten Schmerzen, gegen die sie mit einem von fünf starken Opioiden behandelt wurden (Tabelle 34).

Die Dauer der Schmerzerkrankungen betrug zwischen fünf und 40 Jahren ($md = 12.50$). Der Großteil der Patienten ($n = 20$) litt an Schmerzen des Stütz- und Bewegungsapparats. Drei Patienten litten an Schmerzen der inneren Organe, bei drei weiteren Patienten gingen die Schmerzen von anderen Bereichen ihres Körpers aus. Alle Patienten erhielten eine Begleitmedikation, bei der ebenfalls von einer psychoaktiven Wirkung auszugehen war. Bei dieser Begleitmedikation wurden die in Tabelle 35 aufgeführten Dosisobergrenzen eingehalten.

Tabelle 76: Übersicht der Stichprobenmerkmale.

Merkmale		Patienten (N = 26)	Kontrollgruppe (N = 21)
Alter (Jahre)	Mittelwert (sd)	54.00 (8.28)	43.10 (10.68)
Geschlecht	männlich N (%)	15 (58)	13 (62)
	weiblich N (%)	11 (42)	8 (38)
Fahrerfahrung (km letzte 12 Monate)	Median (Spannweite)	7500 (1200 - 25000)	12000 (2000 - 50000)
Dauer Fahrerlaubnis (Jahre)	Median (Spannweite)	34 (17 - 50)	25 (5 - 40)

Tabelle 76: Übersicht der Stichprobenmerkmale. (Fortsetzung)

Merkmale		Patienten (N = 26)	Kontrollgruppe (N = 21)
Dauer der Schmerz- erkrankung (Jahre)	Median (Spannweite)	12.50 (5 - 40)	-
Schmerzdiagnose (N)	Muskuloskelettaler Schmerz	20	-
	Viszeraler Schmerz	3	-
	andere	3	-
Behandlungsdauer (Monate)	Median (Spannweite)	27 (1 – 192)	
Opioid (N; Median Dosis; Dosisbereich)	Fentanyl	5 (25µg/h; 25µg/h - 75µg/h)	
	Buprenorphin	4 (43.75µg/h; 35µg/h - 88µg/h)	
	Oxycodon	5 (140mg/d; 30mg/d – 150mg/d)	
	Hydromorphon	8 (20mg/d; 8mg/d – 56mg/d)	
	Morphinsulfat	4 (130mg/d; 60mg/d – 200mg/)	

14.2 Studiendesign und Durchführung

Alle Schmerzpatienten nahmen unter ihrer bestehenden Medikation an der Befragung teil. Nach einer umfassenden Aufklärung über die Studie und der medizinischen Untersuchung, wurden die Fragebogen ausgehändigt. Diese wurden auch von den Probanden der Kontrollgruppe bearbeitet. Für etwaige Fragen stand ein Versuchsleiter zur Verfügung.

Die folgenden Fragebogen wurden ausgehändigt:

- Fragebogen zur Erfassung von Nebenwirkungen der Medikation (siehe Abschnitt 7.2.3),
- Fragebogen zur Erfassung von Selbstbeschränkungen beim Fahren (siehe Abschnitt 7.2.4),
- Fragebogen zur Erfassung der Häufigkeit von Unfällen und Verstößen im Straßenverkehr (siehe Abschnitt 7.2.5),
- Driver Behavior Questionnaire (DBQ; siehe Abschnitt 7.2.5),
- Fragebogen zur Erfassung des subjektiv erlebten Gesundheitszustands (SF-36; siehe Abschnitt 7.2.6),
- Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS-D; siehe Abschnitt 7.2.7) zur Erfassung von Angst und Depressivität,
- Schmerzfragebogen (BPI; siehe Abschnitt 7.2.8).

14.3 Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Analyse der eingesetzten Befragungsverfahren berichtet. Dabei wurde jeweils ein Vergleich zwischen der Gruppe der Patienten und den gesunden Probanden durchgeführt. Zur inferenzstatistischen Absicherung wurden hierfür Varianzanalysen (ANOVAs) gerechnet bzw. χ^2 -Tests durchgeführt. Die Darstellung gliedert sich in die Angaben zum Verkehrsverhalten, die, die sich auf das körperliche und psychische Wohlbefinden beziehen sowie die schmerzspezifischen Angaben der Patienten.

14.3.1 Verkehrsverhalten

Zur Beschreibung des Verkehrsverhaltens standen drei Datenquellen zur Verfügung. Zum einen waren dies die Angaben der Studienteilnehmer über ihre Verwicklung in Unfälle und die Häufigkeit geahndeter Verstöße im Straßenverkehr. Aus dem DBQ standen ferner die Angaben zum Auftreten von Fahrfehlern zur Verfügung. Weiterhin waren Angaben aus dem Fragebogen verfügbar, mit dem erfasst wurde, in wieweit bestimmte Verkehrssituationen gemieden werden.

Verwicklung in Unfälle

Für den Betrachtungszeitraum von 12 Monaten berichteten die Studienteilnehmer insgesamt nur von zwei Unfällen. Zwar waren an beiden Patienten beteiligt, jedoch wurde nur ein Unfall durch den Patienten verschuldet. Zu diesem Unfall kam es aufgrund der Missachtung des Vorrangs eines anderen Fahrzeugs an einer Kreuzung. Der andere Unfall, ein Auffahrunfall, wurde von einem anderen Verkehrsteilnehmer verursacht. Den Patienten selbst traf hierbei keinerlei Schuld. Da somit nur ein relevanter Unfall berichtet wurde, waren keine Aussagen über Unterschiede in der Unfallhäufigkeit zwischen beiden Gruppen möglich.

Geahndete Verstöße

Für denselben Betrachtungszeitraum wurden insgesamt 29 geahndete Verstöße im Straßenverkehr berichtet. Diese Verstöße wurden von sechs der 26 Patienten und von neun der 21 gesunden Fahrer begangen. Einzelne Studienteilnehmer hatten mehrere, bis zu fünf, Verstöße begangen, andere hingegen keine. Bei diesen Verstößen handelte es sich zum einen um Parkvergehen, zum anderen um Geschwindigkeitsübertretungen. Da diese in Bezug auf die Verkehrsgefährdung nicht gleichzusetzen sind, werden sie im Folgenden getrennt betrachtet.

In beiden untersuchten Gruppen gab der Großteil der Fahrer an, im Betrachtungszeitraum für keine Geschwindigkeitsübertretung zur Rechenschaft gezogen worden zu sein (Tabelle 77). Vereinzelt gab es in beiden Gruppen solche Vorfälle, wobei diese bei gesunden Fahrern tendenziell etwas häufiger waren ($\chi^2 = 5.608$, $p \leq .061$, $r_{\text{Spearman}} = -.256$).

Tabelle 77: Anzahl (Anteil in %) der geahndeten Geschwindigkeitsübertretungen in beiden untersuchten Gruppen innerhalb der vergangenen 12 Monate.

Gruppe	Anzahl			Gesamt
	0	1	2	
Patienten	24 (92.3%)	0 (7.7%)	2 (7.7%)	26 (100%)
Gesunde	15 (71.4%)	4 (19.0%)	2 (9.5%)	21 (100%)

Sowohl die Patienten als auch die gesunden Fahrer berichteten von Parkvergehen (Tabelle 78). Zwischen beiden Gruppen war jedoch kein systematischer Unterschied in der Häufigkeit dieses Vergehens auszumachen ($\chi^2 = 5.522$, $p \leq .238$, $r_{\text{Spearman}} = -.159$).

Tabelle 78: Anzahl (Anteil in %) der geahndeten Parkverstöße in beiden untersuchten Gruppen innerhalb der vergangenen 12 Monate.

Gruppe	Anzahl						Gesamt
	0	1	2	3	4		
Patienten	22 (84.6%)	2 (7.7%)	2 (7.7%)	0 (%)	0 (%)		26 (100%)
Gesunde	15 (17.4%)	4 (19.0%)	0 (0.0%)	1 (4.8%)	1 (4.8%)		21 (100%)

Abweichendes Fahrverhalten

Der DBQ umfasste in der verwendeten Form 30 Items. Es wurde eine siebenstufige Skala (nie – sehr selten – selten – mittel – oft – sehr oft – (fast) immer), der die Werte 0 bis 6 zugeordnet waren, verwendet. Zunächst wurden die Daten aller Probanden einer Faktorenanalyse unterzogen.

Die Itemschwierigkeiten (Anhang 17.5.2) lagen zwischen 0.00 und 0.30, mit einem mittleren Schwierigkeitsindex p von 0.11 ($sd = 0.06$). Das Item „Ich verfolge einen anderen Fahrer, über den ich mich geärgert habe, um ihm gründlich die Meinung zu sagen“ wurde von keinem Probanden ausgewählt, wies daher eine Null-Varianz auf und wurde aus der Analyse ausgeschlossen. Weitere 12 Items wiesen ein $p \leq .10$ auf und wurden ebenfalls von den weiteren Berechnungen ausgeschlossen.

Wie in den einschlägigen Publikationen wurden unabhängige Faktoren angenommen. Daher wurde mit den 17 verbleibenden Items eine Faktorenanalyse nach der Hauptkomponentenmethode mit orthogonaler Rotation (Varimax) durchgeführt. Diese führte zunächst auf eine Lösung mit sechs Faktoren mit Eigenwerten größer eins (Kaiser-Gutmann-Kriterium), der Screeplot ließ hingegen eine dreifaktorielle Struktur vermuten. Auf einem dieser drei Faktoren luden bereits fast ausschließlich Items hoch, die den Verstößen zuzuordnen waren. Bei den übrigen Faktoren war kein Schwerpunkt bezüglich der Itemkategorien zu erkennen.

In einem weiteren Schritt wurden Items mit Faktorladungen $< .50$ ausgeschlossen sowie solche, mit Faktorladungen in ähnlicher Höhe auf mehreren Faktoren. Hierfür wurde als Schwelle für die Differenz der Beträge ein Wert von $.20$ gesetzt. Letztlich erwies sich in Bezug auf die faktorenanalytischen Kennwerte, die Kennwerte der Reliabilität sowie in Bezug auf die inhaltliche Interpretierbarkeit eine zweifaktorielle Lösung als am günstigsten. Diese repräsentierte 10 der ursprünglich 30 Items. Beide Faktoren erklärten zusammen 49.9% der Gesamtvarianz. Abbildung 52 zeigt das Screeplot. Das Maß für die Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin betrug $.610$ (Bartlett-Test: $\chi^2 = 146.519$, $df = 45$, $p \leq .000$).

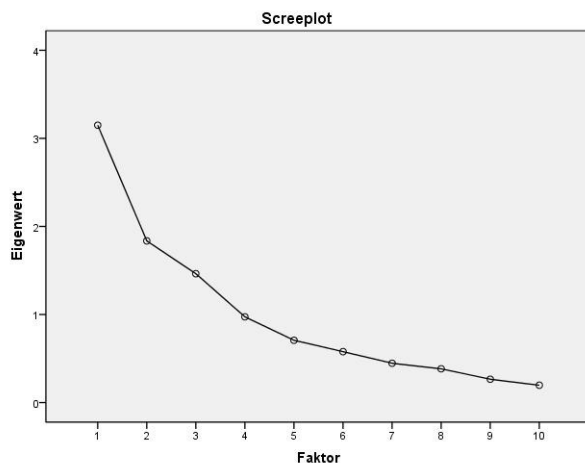


Abbildung 52: Screeplot der Faktorenanalyse.

Tabelle 79 zeigt die Faktorenstruktur. Faktor 1 fasst vier Items zusammen, von denen drei von Lawton et al. (1997) der Kategorie „Ausrutscher“ zugeordnet wurden und eines der Kategorie „Fehler“. Dieser Faktor wurde in Abgrenzung zum zweiten Faktor mit „Fehler“ bezeichnet und erklärte 24.9% der Varianz. Cronbachs Alpha als Maß für die Reliabilität dieser Skala betrug $.749$. Die Trennschärfe der Items lag zwischen $.435$ und $.620$.

Faktor 2 umfasste sechs Items. Vier dieser Items wurden von Lawton et al. (1997) den gewöhnlichen Verstößen zugeordnet, die beiden übrigen den aggressiven Verstößen. Dieser Faktor klärte weitere

24.9% der Varianz. Die Reliabilität der Skala betrug .721 und die Trennschärfe der Items erreichte Werte zwischen .339 und .591. Dieser Faktor konnte aufgrund der zugrundeliegenden Items eindeutig mit „Verstöße“ bezeichnet werden.

Tabelle 79: Faktorenstruktur (Nummerierung der Items entspricht der des Fragebogens).

Item	Faktor 1: Fehler	Faktor 2: Verstöße	Kategorie a priori ²³
(19) Ich fahre in die falsche Richtung, weil ich einen Wegweiser falsch gedeutet habe.	.841	.135	A
(29) Auf Parkplätzen vergesse ich, wo ich mein Auto abgestellt habe.	.827	-.163	A
(23) Ich erinnere mich nicht mehr genau an die Straße, die ich gerade entlang gefahren bin.	.710	.065	A
(6) Beim Abbiegen übersehe ich, dass Fußgänger die Fahrbahn überqueren.	.538	.252	F
(25) Ich überschreite Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Autobahnen	.175	.746	gV
(21) Ich fahre noch über eine Ampel, die bereits auf Rot umgeschaltet hat.	-.069	.718	gV
(7) Ich hupe, um einem anderen Fahrer meine Verärgerung zu zeigen.	-.033	.590	aV
(22) Ich zeige einem anderen Fahrer sehr deutlich, dass ich mich über ihn geärgert habe.	.048	.590	aV
(11) Ich überschreite die Geschwindigkeitsbeschränkung in einem Wohngebiet.	.370	.588	gV
(20) Ich fahre so dicht auf den Vordermann auf, dass es notfalls schwierig wäre zu stoppen.	.367	.515	gV

Im Weiteren soll nun, basierend auf diesen beiden identifizierten Faktoren geprüft werden, ob sich Patienten und Gesunde in Bezug auf das Auftreten von Fehlern und Verstößen unterscheiden. Statt dabei auf die aus der Faktoranalyse resultierenden Faktorwerte zurückzugreifen, wurden dazu Summenscores aus den Items gebildet, die den jeweiligen Faktoren zugeordnet waren. Zwar geht damit ein gewisser Informationsverlust einher, da Ladungen auf dem anderen Faktor nicht berücksichtigt werden, jedoch lassen sich die Summenscores anschaulicher berichten, da es sich dabei nicht um z-standardisierte Werte handelt.

Aufgrund der bestehenden Interkorrelation zwischen beiden Summenscores ($r = .288$; $p \leq .049$) wurde mittels einer multivariaten Varianzanalyse geprüft, in wieweit sich beide Gruppen unterscheiden. Diese Überprüfung zeigte, dass zwischen Patienten und Gesunden lediglich ein tendenzieller Unterschied bestand ($F_{2, 44} = 2.755$, $p \leq .075$; $\eta^2 = .111$). Die nachfolgende univariate Analyse (Tabelle 80) zeigte, dass dieser Unterschied lediglich auf der Skala „Verstöße“ vorhanden war, nicht jedoch auf der Skala „Fehler“. Insgesamt wurde allerdings eine sehr geringe Auftretenshäufigkeit sowohl von Fehlern als auch von Verstößen berichtet. Der Summenscore auf der Skala „Fehler“ konnte Werte zwischen 0 und 24 annehmen, im Mittel lag der erreichte Wert bei drei bzw. bei vier. Für den Summenscore auf der Skala „Verstöße“ wären Werte zwischen 0 und 36 möglich gewesen, tatsächlich lag der durchschnittliche Wert bei Patienten aber lediglich bei 6.42 und in der Kontrollgruppe bei 8.24 (Tabelle 80).

²³ F = Fehler, A = Ausrutscher, aV = aggressiver Verstoß, gV = gewöhnlicher Verstoß.

Tabelle 80: Mittelwerte (SD) und Ergebnisse der statistischen Analyse (ANOVA) für die Summenscores der Skalen „Fehler“ und „Verstöße“ des DBQ in beiden untersuchten Gruppen.

Skala	Gruppe		ANOVA			
	Patienten	Gesunde	df	F	p ≤	η ²
Fehler	3.88 (3.01)	3.24 (2.14)	1, 45	.686	.412	.015
Verstöße	6.42 (2.91)	8.24 (3.92)	1, 45	3.311	.075	.069

Vermeidung von Verkehrssituationen

Sowohl Patienten als auch gesunde Teilnehmer gaben zu 12 Verkehrssituationen an, in wieweit sie diese vermeiden. Zur Beantwortung wurden vier Kategorien (nie – eher nicht – wenn möglich – immer) vorgegeben. Die Prüfung eines statistischen Zusammenhangs zwischen der Gruppenzugehörigkeit und dem Verhalten wurde über χ^2 -Werte bestimmt. Die Art und Richtung des Zusammenhangs wurde über die Korrelation nach Spearman quantifiziert.

Ausgehend von den Ergebnissen in Tabelle 81 kann festgestellt werden, dass durchweg geringe bis mittlere positive Korrelationen zwischen der Gruppenzugehörigkeit und der Ausprägung des Vermeidungsverhaltens bestanden. Aufgrund der Kodierung der Variablen weisen diese auf ein stärkeres Vermeidungsverhalten bei den Patienten hin. Dieses war beim Vermeiden geringer Längsabstände, dem Befahren unbekannter Strecken, bei langen Fahrten und bei Fahrten bei Müdigkeit am deutlichsten ausgeprägt. Auch Autobahnfahrten wurden von den Patienten tendenziell eher gemieden. Hingegen waren schlechte Witterungs- oder Sichtbedingungen für Patienten kein Anlass, diese eher zu meiden als gesunde Fahrer. Patienten vermeiden es jedoch eher zu fahren, wenn es ihnen nicht gut geht, als dies Gesunde tun.

Tabelle 81: Ausmaß [in %], in dem Patienten (N = 26) und Gesunde (N = 21) Verkehrssituationen meiden; Anordnung der Items entspricht der im Fragebogen.

Situation	Gruppe	nie	eher nicht	wenn möglich	immer	χ^2	p ≤	r ²⁴
lange Fahrten	Patienten	11.5	19.2	50.0	19.2	9.295	.026	.424
	Gesunde	28.6	42.9	28.6	0.0			
Dunkelheit / schlechte Sicht	Patienten	19.2	34.6	42.3	3.8	3.509	.320	.266
	Gesunde	38.1	38.1	23.8	0.0			
Regen / Glätte / Schnee	Patienten	19.2	38.5	42.3	0.0	1.095	.579	.152
	Gesunde	28.6	42.9	28.6	0.0			
große Städte	Patienten	38.5	30.8	26.9	3.8	5.988	.112	.336
	Gesunde	66.7	28.6	4.8	0.0			
Autobahnfahrten	Patienten	61.5	34.6	3.8	0.0	5.239	.073	.333
	Gesunde	90.5	9.5	0.0	0.0			
Unbekannte Strecken	Patienten	42.3	42.3	15.4	0.0	6.720	.035	.368
	Gesunde	76.2	23.8	0.0	0.0			
Fahrten alleine	Patienten	61.5	34.6	3.8	0.0	1.407	.495	.145
	Gesunde	76.2	19.0	4.8	0.0			
Hohe Geschwindigkeiten	Patienten	19.2	34.6	34.6	11.5	4.832	.185	.288
	Gesunde	33.3	47.6	19.0	0.0			
Geringe Abstände	Patienten	0.0	26.9	46.2	26.9	11.456	.009	.311
	Gesunde	19.0	19.0	61.9	0.0			
Überholen	Patienten	11.5	61.5	26.9	0.0	3.597	.166	.277
	Gesunde	28.6	61.9	9.5	0.0			
Fahrten bei Müdigkeit	Patienten	3.8	3.8	53.8	38.5	12.702	.005	.429
	Gesunde	0.0	19.0	81.0	0.0			
„es mir nicht gut geht“	Patienten	0.0	7.7	65.4	26.9	20.319	.000	.652
	Gesunde	23.8	42.9	33.3	0.0			

²⁴ Korrelation nach Spearman.

14.3.2 Körperliches und psychisches Wohlbefinden

Angaben zum körperlichen und psychischen Befinden der Probanden standen aus dem HADS-D und dem SF-36 zur Verfügung. Sie werden im Weiteren berichtet.

Ängstlichkeit und Depressivität

Da die Scores beider Skalen des HADS-D in den vorliegenden Daten hoch korrelierten ($r_{\text{Angst-Depressivität}} = .739$; $p \leq .000$), wurde zunächst mit einer multivariaten Varianzanalyse geprüft, ob sich beide untersuchte Gruppen in Bezug auf die Ausprägung der erfassten Symptombereiche Angst und Depressivität unterscheiden.

Diese Überprüfung zeigte Unterschiede zwischen beiden Gruppen auf ($F_{2, 44} = 13.584$, $p \leq .000$; $\eta^2 = .382$). Die nachfolgende univariate Analyse (Tabelle 82) wies nach, dass sowohl Angst als auch Depressivität bei den Schmerzpatienten stärker ausgeprägt waren. Dabei war der Unterschied bei der Depressivität wesentlich deutlicher.

Tabelle 82: Mittelwert (SD) und Ergebnisse der univariaten ANOVA für die Scores des HADS-D (höhere Werte = höhere Symptomausprägung).

Skala	Gruppe		ANOVA			
	P (N = 26)	G (N=21)	df	F	p ≤	η^2
Angst	6.58 (3.67)	4.33 (2.59)	1, 45	5.587	.022	.110
Depressivität	7.85 (4.81)	2.19 (2.18)	1, 45	24.860	.000	.356

Während Skalenwerte von null bis sieben noch als unauffällig gelten und der Bereich von acht bis zehn als grenzwertig zu betrachten ist, gelten Werte über 11 als auffällig. Tabelle 83 zeigt die Verteilung dieser Kategorien für beide Skalen des Fragebogens im Vergleich zwischen Patienten und Gesunden. Auf beiden Skalen war der Anteil an Patienten, die als unauffällig einzustufen waren, geringer als unter den Gesunden. Der Anteil der als auffällig einzustufenden Patienten war auf beiden Skalen höher.

Tabelle 83: Prozentualer Anteil der Patienten (P; N = 26) und Gesunden (G; N=21) in den Symptomkategorien für beide Skalen des HADS-D.

Skala	P [%] vs. G [%]			χ^2	p ≤	Cramer-V
	unauffällig	grenzwertig	auffällig			
Angst	61.5 < 90.5	26.9 < 9.5	11.5 > 0	5.566	.062	.344
Depressivität	57.7 < 95.2	7.7 > 4.8	34.6 > 0	9.625	.008	.453

Gesundheitszustand

Die 36 Items des SF-36 bilden acht Skalen, zuzüglich einer weiteren, mit der die Veränderung des Gesundheitszustands über die Zeit erfasst wird. Zu fünf der Items waren von fünf Probanden keine Angaben vorhanden. Diese wurden durch Gruppenmittelwerte ersetzt.

Erwartungsgemäß korrelierten alle Skalen untereinander hoch sowie auch mit der Skala „Allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ (Bullinger & Kirchberger, 1998). Das Item, das die Veränderung des Gesundheitszustands im Vergleich zum vergangenen Jahr erfasst, wurde hierbei, entsprechend den Auswertungsvorgaben, nicht berücksichtigt.

Aufgrund dieser Interkorrelationen wurde der Gruppenvergleich mit einer multivariaten Varianzanalyse durchgeführt. Diese zeigte statistisch signifikante Unterschiede zwischen beiden untersuchten Gruppen auf ($F_{8, 38} = 39.773$, $p \leq .000$; $\eta^2 = .893$). Die gesunden Probanden gaben auf allen Subskalen an, eine deutlich höhere Lebensqualität zu haben (Abbildung 53 und Tabelle 84). Auf den Skalen, die den körperlich-funktionalen Bereich erfassen (Körperliche Schmerzen, Körperliche Rollenfunktion, Körperliche Funktionsfähigkeit), waren die Unterschiede zwischen beiden Gruppen besonders ausgeprägt. Dort sahen sich die Patienten in deutlich stärkerem Ausmaß beeinträchtigt.

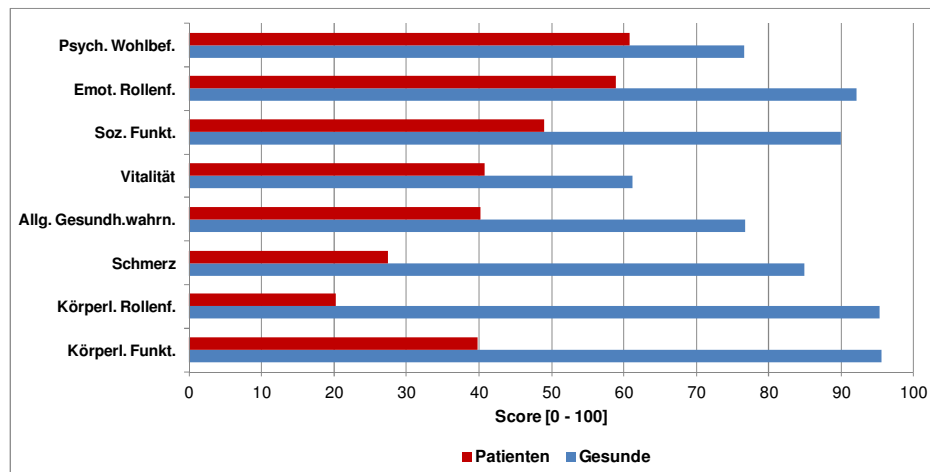


Abbildung 53: Skalen des SF-36; Patienten und gesunde Probanden im Vergleich (Deskriptiva und Inferenzstatistiken siehe Tabelle 84; höhere Werte = besserer Gesundheitszustand).

Tabelle 84: Mittelwert (SD) und Ergebnisse der ANOVA für die Skalen des SF-36: Vergleich der beiden untersuchten Gruppen.

Skala	Patienten (N = 26)	Gesunde (N = 21)	p ≤	η^2
Körperliche Funktionsfähigkeit	39.81 (20.52)	95.48 (8.05)	.000	.753
Körperliche Rollenfunktion	20.19 (31.64)	95.24 (16.99)	.000	.680
Körperliche Schmerzen	27.50 (11.52)	84.90 (17.44)	.000	.803
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	40.29 (13.24)	76.714 (12.31)	.000	.675
Vitalität	40.77 (18.48)	61.19 (15.88)	.000	.263
Soziale Funktionsfähigkeit	49.04 (24.22)	89.88 (15.62)	.000	.498
Emotionale Rollenfunktion	58.97 (43.52)	92.06 (20.83)	.003	.185
Psychisches Wohlbefinden	60.77 (18.52)	76.57 (15.61)	.003	.177

Bei den gesunden Studienteilnehmern hatte sich der Gesundheitszustand, im Vergleich zum vergangenen Jahr, zumeist nicht verändert. Die Patienten berichteten hingegen von Veränderungen. Dabei wurden sowohl leichte Verbesserungen als auch leichte Verschlechterungen angegeben (Abbildung 54; $\chi^2 = 8.232$, $p \leq .041$, Cramer-V = .419).

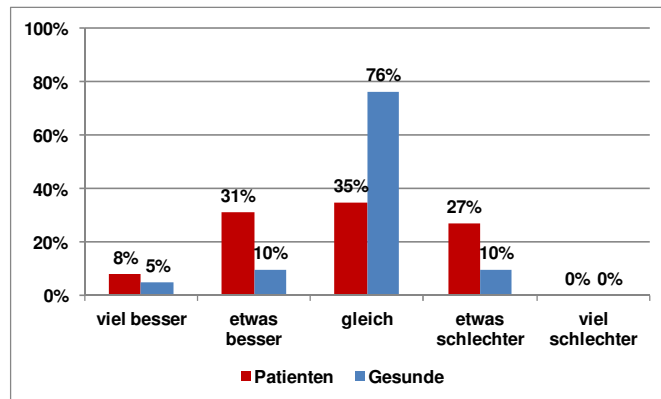


Abbildung 54: Prozentuale Angaben von Patienten und Gesunden zur Veränderung des Gesundheitszustands im Vergleich zum vergangenen Jahr.

14.3.3 Schmerzspezifische Angaben

Aus dem Schmerzfragebogen sowie aus einem Fragebogen, mit dem typische Nebenwirkungen der Medikation erfasst wurden, lagen für Schmerzpatienten spezifische Angaben vor. Diese werden im Folgenden berichtet.

Schmerzfragebogen

Das erste Item des Schmerzfragebogens, nämlich die Frage, ob zum Zeitpunkt der Studienteilnahme „andere als Alltagsschmerzen“ bestanden, wurde von 24 der 26 Patienten (92%) mit „ja“ beantwortet. In der Gruppe der Gesunden gaben immerhin 2 von 21 Personen (10%) an, andere als Alltagsschmerzen zu haben. In beiden Fällen handelte es sich dabei um vorübergehende Schmerzen im Kniegelenk, die von den Probanden auf eine Fehlbelastung zurückgeführt wurden. Der Anteil derer, die unter anderen als Alltagsschmerzen litten, war damit unter den Patienten deutlich höher als in der Vergleichsgruppe ($\chi^2 = 32.210$, $p \leq .000$, Cramer-V = .828).

Die weiteren Fragen des BPI werden nur beantwortet, wenn andere als Alltagsschmerzen vorliegen. Die weiteren Analysen beziehen sich daher nur auf die Patienten, die angegeben hatten, dass solche vorlagen. Die beiden Personen aus der Kontrollgruppe, die ebenfalls angegeben hatte, andere als Alltagsschmerzen zu haben, wurden hierbei nicht berücksichtigt.

Aus dem BPI kann ein Summenscore für die Schmerzintensität berechnet werden. Dieser kann Werte zwischen 0 und 40 annehmen. In der vorliegenden Studie erreichte dieser Summenscore den Wert von 19.54. Er entsprach damit dem einer vergleichbaren Studie (Stachwitz, 2006). Beim Blick auf die einzelnen Items fällt auf, dass der Durchschnittswert, der sich für die momentane Schmerzstärke ergab, über dem Durchschnittswert für die höchste Schmerzintensität der vergangenen 24 Stunden lag (Tabelle 85). Die durchschnittliche Schmerzlinderung, die durch die Medikamente oder andere Behandlungen erreicht wurde, wurde mit 55% (sd = 19.56) angegeben. Der niedrigste Wert lag dabei bei 20%, der höchste bei 90%.

Tabelle 85: BPI: Items und Score zur Schmerzstärke (11-stufige Skala, 0 = kein Schmerz – 10 = stärkste vorstellbare Schmerzen; N = 24).

Schmerzstärke	Mittelwert (sd)	Median (Bereich)
im Moment	6.38 (2.06)	7.0 (2 – 9)
stärkste letzte 24h	3.67 (1.76)	3.0 (1 – 8)
geringste letzte 24h	5.04 (1.94)	5.0 (2 – 9)
Ø letzte 24h	4.46 (1.89)	4.0 (1 – 8)
Summenscore	19.54 (6.80)	20.0 (9 – 32)

Die Patienten wurden auch zu den schmerzbedingten Beeinträchtigungen befragt. Beim Blick auf die Angaben (Tabelle 86) hebt sich kein Bereich deutlich von den übrigen ab. Die geringste Beeinträchtigung wurde für die Beziehung zu anderen angegeben, die höchste für die Bewältigung der normalen Arbeit. Zwei der 24 Patienten waren 24 Stunden vor der Befragung nicht Auto gefahren und konnten folglich keine Angaben zu den schmerzbedingten Beeinträchtigungen machen. Der Durchschnittswert der übrigen Patienten lag bei 3.64 und damit knapp unterhalb der Skalenmitte. Der Summenscore über alle schmerzbedingten Beeinträchtigungen, in den das Item zum Autofahren nicht einbezogen wurde, lag bei 32.33. Möglich waren Werte zwischen 0 und 70. In einer vergleichbaren Studie mit Schmerzpatienten (Stachwitz, 2006) lag dieser Wert bei 28.3 (sd = 14.6) und damit in vergleichbarer Höhe.

Tabelle 86: BPI: Schmerzbedingte Beeinträchtigungen (11-stufige Skala, 0 = keine Beeinträchtigung – 10 = vollständige Beeinträchtigung; N = 24).

Beeinträchtigung...	Mittelwert (sd)	Median (Bereich)
... der allgemeinen Aktivität	5.25 (2.40)	5.0 (0 – 10)
... der Stimmung	3.92 (2.86)	4.5 (0 – 9)
... des Gehvermögens	4.50 (2.50)	5.0 (0 – 9)
... der normalen Arbeit	5.54 (2.09)	5.0 (2 – 10)
... der Beziehung zu anderen	3.71 (3.28)	3.5 (0 – 10)
... des Schlafs	5.38 (3.21)	6.0 (0 – 10)
... der Lebensfreude	5.25 (2.40)	3.0 (0 – 10)
... beim Autofahren ²⁵	3.64 (2.90)	3.0 (0 – 10)
Summenscore	32.33 (15.77)	35.5 (6 – 59)

Nebenwirkungen der Medikation

Mit einer vierstufigen Ordinalskala (nicht vorhanden – leicht – mittel – stark) wurden die typischen Begleitsymptome der Therapie mit Opioiden erfasst. Für die Darstellung in Tabelle 87 wurden jeweils die beiden Kategorien „nicht vorhanden“ und „leicht“ zu einer Kategorie zusammengefasst, ebenso die Kategorien „mittel“ und „stark“. Als Maß für die Stärke und die Richtung des Zusammenhangs wurde die Korrelation nach Spearman berechnet. Aufgrund der Kodierung der Variablen zeigt eine positive Korrelation hier eine höhere Ausprägung bei den Patienten an.

Müdigkeit, Verstopfung und Konzentrationsschwäche waren die Nebenwirkungen, die am häufigsten in mittlerer oder starker Ausprägung auftraten. Mit Ausnahme der Verstopfung, die ein typisches Symptom der Behandlung mit Opioiden ist, kamen diese Nebenwirkungen aber auch in der Kontrollgruppe vor. Hier jedoch deutlich seltener. Insgesamt fällt auf, dass sowohl Patienten als auch

²⁵ Item nicht enthalten im BPI; wird nicht einbezogen in Summenscore.

Gesunde, bei sich zumeist keine der genannten Symptome beklagen. Wenn überhaupt, waren diese nur in leichter Ausprägung vorhanden. Vor allem kamen die Symptome, für die ein Zusammenhang zur sicheren Verkehrsteilnahme naheliegt, in starker Ausprägung, bei den Patienten nur sehr selten oder überhaupt nicht vor (Müdigkeit [3.8%²⁶], Schwäche [0%], Konzentrationsschwäche [0%] und Schwindel [0%]). Von der Möglichkeit, die Liste um weitere Symptome zu ergänzen, wurde kein Gebrauch gemacht.

Tabelle 87: Häufigkeit [%] möglicher Begleitsymptome einer Opioidtherapie bei Patienten (P; N = 26) und gesunden Fahrern (G; N = 21).

Symptom	P [%] vs. G [%]		χ^2	p ≤	r ²⁷
	nicht oder leicht	mittel oder stark			
Müdigkeit	65.4 < 90.5	34.6 > 9.5	4.080	.043	.295
Übelkeit	96.2 < 100.0	3.8 < 9.5	.825	.364	.133
Verstopfung	65.4 < 100.0	34.6 > 0.0	8.991	.003	.437
Luftnot	96.2 < 100.0	3.8 > 0.0	.825	.364	.133
Schwäche	96.2 < 100.0	3.8 > 0.0	.825	.364	.133
Angst	92.3 < 100.0	7.7 > 0.0	1.687	.194	.189
Erbrechen	100.0 = 100.0	0.0 = 0.0	-	-	-
Schwierigkeiten Wasser zu lassen	92.3 < 100.0	7.7 > 0.0	1.687	.194	.189
Konzentrationsschwäche	84.6 < 95.2	15.4 > 4.8	1.379	.240	.171
Schwindel	100.0 = 100.0	100.0 = 100.0	-	-	-

14.4 Zusammenfassung

Sowohl die Patienten als auch die gesunden Fahrer waren innerhalb der vergangenen 12 Monate so gut wie nie in Unfälle verwickelt. In der Tendenz hatten die Patienten weniger Geschwindigkeitsverstöße begangen. Bei den berichteten Parkvergehen bestand kein Unterschied zwischen beiden Gruppen.

Die Faktorenanalyse des DBQ führte auf eine Lösung aus zwei Faktoren, die mit „Fehler“ und „Verstöße“ bezeichnet wurden. Gemäß dem theoretischen Konstrukt des DBQ wäre hier eine drei- (Fehler, Ausrutscher, Verstöße) oder vierfaktorielle (Fehler, Ausrutscher, gewöhnliche Verstöße, aggressive Verstöße) Struktur zu erwarten gewesen. Patienten begingen in der Tendenz weniger Verstöße als gesunde Fahrer. Hinsichtlich der Fahrfehler bestand kein Unterschied zwischen beiden Gruppen. Die durchweg sehr hohen Itemschwierigkeiten zeigten an, dass die abweichenden Verhaltensweisen insgesamt sehr selten vorkamen. Dies kann daran liegen, dass der Betrachtungszeitraum auf die vergangenen 12 Monate eingeschränkt wurde.

Patienten gaben an, potentiell gefährliche Verkehrssituationen eher zu meiden. Dazu gehörten Fahrten bei Nacht, lange Fahrten oder Fahrten bei Müdigkeit. Aus den Angaben der Patienten ließ sich schließen, dass diese eine hohe Sensibilität für ihren momentanen Zustand haben und im Zweifelsfall nicht fahren.

²⁶ Entspricht einem der 26 Patienten

²⁷ Korrelation nach Spearman

Angst und Depressivität waren bei den Patienten stärker ausgeprägt als bei den gesunden Fahrern. Die Patienten sahen darüber hinaus ihre Gesundheit sehr viel deutlicher beeinträchtigt. Sie berichteten insgesamt eine geringere Lebensqualität und sahen sich, speziell im körperlich-funktionalen Bereich, stärker eingeschränkt.

Bei allen Patienten waren trotz der langfristigen und optimal abgestimmten medikamentösen Therapie noch Restschmerzen vorhanden. Die für die hier untersuchte Patientengruppe ermittelte Schmerzstärke entsprach jedoch der, die in einer vergleichbaren Studie ermittelt wurde. Selbiges gilt für das Ausmaß der schmerzbedingten Beeinträchtigungen.

Von den typischen Nebenwirkungen der Opioidtherapie, für die ein Zusammenhang zur Fahrsicherheit angenommen werden kann, trat nur Müdigkeit häufiger bei Patienten auf als bei Gesunden. Insgesamt kamen die typischen Nebenwirkungen aber nur sehr selten in starker Ausprägung vor. In der leichten Ausprägung wurden sie sowohl von Patienten als auch von gesunden Fahrern berichtet.

15 Zusammenfassung der Ergebnisse und Diskussion

Schätzungen der WHO zufolge leiden 20% der Patienten die einen Arzt aufsuchen an chronischen Schmerzen (Gureje et al., 1998). In der Therapie nicht-tumorbedingter chronischer Schmerzen hat der Einsatz von Opioiden in den vergangenen Jahren beträchtlich zugenommen (Boudreau et al., 2009; Schubert et al., 2013). Diese Medikamente haben Nebenwirkungen, die die Fahrsicherheit beeinträchtigen können (Mutschler et al., 2001). Laut einer repräsentativen Umfrage sind immerhin 16% der Bundesbürger schon einmal nach der Einnahme von Medikamenten Auto gefahren, obwohl sie sich durch diese Medikamente beeinträchtigt fühlten (Spiegel online, 2013). Der Frage nach der Fahrsicherheit unter Einfluss der Medikamente, die zur Behandlung chronischer Schmerzen eingesetzt werden, kommt somit eine hohe Relevanz zu.

Es war das Ziel dieser Arbeit eine Aussage darüber zu treffen, ob Patienten, die an chronischen Schmerzen leiden und dagegen dauerhaft Opioide einnehmen, sicher Autofahren können. Die Beantwortung dieser Frage wäre retrospektiv oder prospektiv möglich gewesen (Krüger & Vollrath, 2009). Das optimale retrospektive Verfahren wäre eine Fall-Kontroll-Studie gewesen, da sich damit das „wahre“, mit der Einnahme einer Substanz verbundene Unfallrisiko ermitteln lässt, so wie es im Straßenverkehr besteht (Berghaus & Hilgers, 2009). Um dieses berechnen zu können, sind Daten über die Prävalenz dieses Medikaments bei unfallfreien sowie bei verunfallten Fahrern notwendig. Solche Studien sind daher enorm zeit- und kostenaufwändig. Sie sind ferner auch nur für Medikamente geeignet, die unter Autofahrern recht weitverbreitet sind. Einflussfaktoren wie Dosierung, Darreichungsform, Gewöhnung oder die zugrundeliegende Erkrankung können in diesen Studien jedoch oft nicht ausreichend berücksichtigt werden. Auch lässt sich zumeist nicht bestimmen, ob ein Medikament entsprechend einer ärztlichen Verordnung eingenommen oder ob es illegal konsumiert wurde.

Experimentelle Studien gehören zu den prospektiven Verfahren. Mit diesen wird geprüft, in wieweit es nach der Einnahme eines Medikaments zu Beeinträchtigungen in Leistungsbereichen kommt, die für das sichere Fahren relevant sind. Prospektive Verfahren haben gegenüber retrospektiven Verfahren den Vorteil, dass die zu untersuchenden Gruppen gezielt zusammengestellt werden. So können auch Medikamente untersucht werden, die im Straßenverkehr selten vorkommen (Berghaus & Hilgers, 2009). Zudem können in diesen Studien mögliche Einflussfaktoren besser kontrolliert werden. Allerdings müssen Leistungsmaße gefunden werden, die Rückschlüsse auf das Unfallrisiko erlauben. Werden hierzu, anstatt einen Fahrversuch durchzuführen, Verfahren eingesetzt, mit denen kognitive Leistungen erfasst werden, die für das Fahren relevant sind, besteht das Problem der Übertragbarkeit auf das Verhalten im Straßenverkehr. Wird hingegen das Fahrverhalten in einem Fahrversuch direkt erfasst, besteht ein häufiges Problem darin, dass nur ein Teil der Verkehrssituationen berücksichtigt werden kann, mit denen Fahrer üblicherweise konfrontiert werden. Der größte Nachteil von Fahrversuchen ist aber, dass ihre Durchführung mit einem enormen Zeit- und Kostenaufwand verbunden ist. Organisatorisch sind sie so gut wie nicht in den ärztlichen Praxisalltag integrierbar.

Da die Prävalenz der Einnahme von Opioiden bei Autofahrern sehr gering ist, wurde in der vorliegenden Arbeit ein prospektiver Zugang gewählt. Es wurde sowohl eine computerbasierte Erfassung der Leistungsbereiche durchgeführt, die für das Fahren relevant sind, als auch ein Fahrversuch im Straßenverkehr. Dazu wurde ein computerbasiertes Testsystem eingesetzt, das in Deutschland auch im Rahmen der amtlichen Begutachtung der Fahreignung verwendet wird. Der Fahrversuch wurde nach einer von Experten für die Untersuchung des Einflusses psychoaktiver Substanzen auf die Fahrsicherheit empfohlenen Methodik durchgeführt. Für beide Erfassungsmethoden wurde anhand der Wirkung von Alkohol ermittelt, in wieweit diese geeignet

sind, Beeinträchtigungen durch sedierend wirkende psychoaktive Substanzen – zu diesen gehören die Opioide – nachzuweisen. Zusätzlich wurde eine umfassende Befragung zum Verhalten im Straßenverkehr durchgeführt.

Die Wirkung eines Medikaments kann an gesunden Probanden oder an den Patienten untersucht werden, zu deren Behandlung das Medikament entwickelt wurde. Sollen Gewöhnungseffekte berücksichtigt werden, muss statt Einmalgaben die mehrfache Gabe untersucht werden. Bei den in der Schmerztherapie eingesetzten Opioiden gehen die leistungsbeeinträchtigenden Nebenwirkungen mit der Zeit zurück (Tassain et al., 2003). Es ist daher wichtig, diese Gewöhnung zu berücksichtigen. Aus diesem Grund ist es auch nicht sinnvoll, Ergebnisse aus Studien, in denen diese Medikamente einmalig an Gesunde verabreicht werden, auf Schmerzpatienten zu übertragen. Dies würde zu einer Überschätzung der Beeinträchtigung führen. Am aussagekräftigsten sind demnach Befunde aus Studien, in denen Schmerzpatienten untersucht werden, die an die Wirkung der Medikamente gewöhnt sind. Dies wurde in der vorliegenden Studie umgesetzt.

Neben der Klärung der inhaltlichen Frage nach der Fahrsicherheit dieser Patientengruppe waren eine Reihe methodischer Fragen zu beantworten. Im Folgenden werden die Ergebnisse der sieben durchgeführten Studien des Untersuchungsvorhabens zusammenfassend dargestellt und diskutiert. Dabei wird sowohl auf die inhaltlichen als auch auf die methodischen Fragen eingegangen. Die ausführliche Herleitung der Fragestellungen ist in Kapitel 6 zu finden.

15.1 Befragung

In Studie 7 wurde eine umfangreiche Befragung zum Verkehrsverhalten durchgeführt. Diese lieferte keine Hinweise auf eine häufigere Verwicklung der Patienten in Unfälle. Im Betrachtungszeitraum von 12 Monaten wurden insgesamt nur zwei Unfälle berichtet. An beiden waren Patienten beteiligt, es wurde jedoch nur einer dieser Unfälle von einem Patienten verschuldet. Somit war nur einer der Unfälle relevant, was nicht als Häufung gewertet werden kann. Für Geschwindigkeitsübertretungen wurden gesunde Fahrer etwas häufiger als Patienten zur Rechenschaft gezogen. Bei Parkvergehen gab es hingegen keinen Unterschied zwischen beiden Gruppen. In beiden Gruppen wurden auch diese Verstöße gegen Verkehrsregeln nur sehr selten berichtet.

Die geringe Häufigkeit, mit der die erfragten Ereignisse überhaupt berichtet wurden, ist auch auf den Betrachtungszeitraum zurückzuführen. Dieser wurde eingeschränkt, um zu gewährleisten, dass die Angaben aus einem Zeitraum stammen, der von den Befragten noch sicher überblickt werden kann (z.B. af Wåhlberg, 2003). Er war hier mit 12 Monaten jedoch vermutlich zu kurz gewählt. In anderen Studien, in denen ebenfalls Selbstauskünfte zur Verwicklung in Unfälle erhoben wurden, wurden Zeiträume von drei Jahren (Holte, 2012; Klimmt & Maurer, 2012) bzw. fünf Jahren (Evers, 2010a) gewählt. Entsprechend wurden in diesen Arbeiten auch mehr Ereignisse berichtet. Es bleibt aber zu vermuten, dass aufgrund der sehr geringen Grundhäufigkeit der Unfälle selbst eine Vervielfachung des Unfallrisikos in der untersuchten Stichprobe nicht nachweisbar gewesen wäre. Daher sollte der festgestellte Befund zur geringen Unfallverwicklung keinesfalls überinterpretiert werden.

Zusätzlich zur gezielten Befragung nach Unfällen, Geschwindigkeitsübertretungen und Parkvergehen, wurde der Driver Behaviour Questionnaire (DBQ; Reason et al., 1990) zur retrospektiven Erfassung von Fahrfehlern eingesetzt. Der DBQ ist ein sehr häufig verwendeter Fragebogen (de Winter & Dodou, 2010). Er wurde hier in einer erprobten deutschsprachigen Adaptation von Evers (2010a) verwendet. Die vielfach berichtete Dreiteilung der abweichenden Verhaltensweisen nach Fehlern, Verstößen und Ausrutschen (Lajunen et al., 2004; Özkan et al., 2006) konnte allerdings nicht repliziert werden. Allerdings finden sich bereits in der Literatur Hinweise darauf, dass nur die Unterscheidung nach Fehlern und Verstößen einigermaßen stabil replizierbar ist (Lajunen et al., 2004; Özkan et al., 2006; de Winter & Dodou, 2010). Sie wurde auch

in den hier erhobenen Daten gefunden, jedoch nur für einige der Items. Eine Meta-Analyse belegte, dass diese beiden Skalen gleichermaßen geeignet sind, um die tatsächliche Unfallverwicklung zu prädictieren (de Winter & Dodou, 2010). Auch im DBQ wurden entsprechende Verhaltensweisen nur mit sehr geringer Häufigkeit berichtet. Dies war vermutlich ebenfalls auf den beschränkten Betrachtungszeitraum zurückzuführen. Antwortverzerrungen aufgrund sozialer Erwünschtheit kommen hingegen eher nicht in Betracht, da gezeigt werden konnte, dass der DBQ für diese Antwortverzerrung wenig anfällig ist (Lajunen & Summala, 2003). Die Auskünfte der Probanden können folglich als verlässlich betrachtet werden. Sie lieferten somit ebenfalls keine Hinweise auf Defizite der Patienten.

Insgesamt ergaben sich aus den Selbstberichten in Studie 7 keine stichhaltigen Hinweise darauf, dass von der untersuchten Patientengruppe eine Gefährdung der Verkehrssicherheit ausgeht. Vielmehr scheint diese Personengruppe eher vorsichtiger zu fahren. So gaben die Patienten im Rahmen der Befragungen in Studie 7 auch an, Verhaltensweisen und Verkehrssituationen, die potentiell gefährlich sind, eher zu meiden, als gesunde Fahrer. Die Tendenz, als schwierig oder gefährlich wahrgenommene Verkehrssituationen zu meiden, ist ein von älteren Fahrern bekanntes Phänomen (Baldock et al., 2006; Naumann et al., 2011; Sullivan et al., 2011). Deutlich häufiger als gesunde Fahrer gaben die Patienten beispielsweise an, geringe Längsabstände und das Befahren unbekannter Strecken zu meiden. Auch verzichteten sie eher auf lange Fahrten sowie auf Fahrten bei Müdigkeit. Diese Angaben der Patienten lassen auf eine sicherheitsorientierte und verantwortungsbewusste Grundeinstellung schließen. Allerdings geben Molnar et al. (2013) zu bedenken, dass solche Verhaltensänderungen nicht zwangsläufig Reaktionen auf wahrgenommene Leistungsbeeinträchtigungen sind. Diese können, so führen die Autoren aus, mitunter auch durch Veränderungen der Lebensumstände oder der persönlichen Präferenzen begründet sein. Jedoch sprechen auch Befunde aus Studie 3 für eine stärker ausgeprägte Sicherheitsorientierung der Patienten. Der mit dem Wiener Testsystem durchgeführte Test zur Risikobereitschaft in Verkehrssituationen bescheinigte den Patienten hier eine geringe Risikobereitschaft. Für eine vorsichtigere Fahrweise der Patienten sprechen überdies die mit dem DBQ gefundene geringere Häufigkeit von Verstößen und auch die geringere Häufigkeit von Geschwindigkeitsübertretungen. Eine solche Sicherheitsorientierung kann im Sinne der Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahrereignung als Kompensationsfaktor gewertet werden (BASt, 2010). Die Berücksichtigung kompensatorischer Faktoren wird bei der Beurteilung der Fahreignung explizit gefordert (BASt, 2010, S. 18). Sie wurde aber in diesem Kontext zuvor noch nicht untersucht.

15.2 Computerbasierte Testung

In Studie 3 wurde mit verkehrspsychologischen Leistungstests des Wiener Testsystems geprüft, ob bei den Patienten Beeinträchtigungen in Leistungsbereichen vorliegen, die für das sichere Fahren von Bedeutung sind. Mit diesem Testsystem wurde eines der in Deutschland am häufigsten im Rahmen der Begutachtung der Fahreignung verwendeten Systeme eingesetzt (Bukasa & Utzelmann, 2009; Poschadel et al., 2009). Gemäß der FeV ist die Fahreignung gegeben, wenn in den Leistungsbereichen *optische Orientierung*, *Konzentrationsfähigkeit*, *Aufmerksamkeit*, *Reaktionsfähigkeit* und *Belastbarkeit* (BASt, 2010) Mindestanforderungen erfüllt sind. Diese gelten als erfüllt, wenn in den entsprechenden Tests, bezogen auf altersunabhängige Normwerte, der Prozentrang von 16 erreicht oder überschritten wird. Das verwendete Test-Set FeV besteht aus fünf Einzeltests (DT, COG, ATAVT, LVT, RT) und deckt diese zuvor genannten fünf Leistungsbereiche ab (Schuhfried GmbH, 2009).

In Studie 3 erreichten nur 42% der Patienten in allen diesen fünf Tests des Test-Sets FeV den Prozentrang von 16 oder höher. Dies stellt an sich einen Hinweis auf Leistungsmängel innerhalb dieser Gruppe dar. Jedoch erreichten auch nur 86% der gesunden Studienteilnehmer dieses

Mindestkriterium. Dies waren zwar mehr als in der Gruppe der Patienten, jedoch war auch der Anteil der Gesunden, der die Mindestanforderungen nicht erfüllte, recht hoch. Eine mögliche Ursache für das vergleichsweise schlechte Abschneiden der Teilnehmer lieferte die Analyse der Kommentare zur Testung. Diese ließen vermuten, dass bei dem in Studie 2 und 3 eingesetzten Testsystem Probleme mit der Unterscheidbarkeit der Farben am Monitor bestanden. In Studie 1 wurde ein Testsystem mit neuerem Softwarestand und mit neuerer Hardware verwendet. In dieser Studie erreichten 13 der 16 gesunden Probanden, also fast 81%, bei der ersten der beiden Testungen in allen fünf Tests einen Prozentrang größer oder gleich 16. Während das in den Studien 2 und 3 eingesetzte Testgerät mit einem älteren Röhrenmonitor ausgestattet war, verfügte das in Studie 1 verwendete über ein TFT-Display. Probleme mit der Unterscheidbarkeit der Farben hätten sich insbesondere auf die Leistung im DT und im RT auswirken müssen. In beiden Tests müssen auf Farbreize hin spezifische Reaktionen ausgeführt werden. In Studie 3 erreichten im Determinationstest jedoch 95.2% der gesunden Probanden das Kriterium zum Bestehen und im RT 85.7%. Mit dem neueren System in Studie 1 lagen die Anteile ähnlich hoch. Hier erfüllten im DT alle Probanden bei der ersten der beiden Testungen die Mindestanforderungen, im RT waren es 87.5%. Eine systematische Verzerrung aufgrund der Hardwareausstattung erscheint damit unwahrscheinlich. Sie kann daher nicht als Begründung für das Leistungsniveau der Teilnehmer an Studie 3 herangezogen werden.

Drei der fünf Tests dieses Test-Sets (DT, COG und TAVTMB) wurden bereits zuvor in vergleichbaren Studien eingesetzt. Eine vergleichende Betrachtung mit anderen Studien zur Fahrsicherheit von langfristig mit Opioiden behandelten Schmerzpatienten war daher auch nur für diese drei Tests möglich. Aufgrund des methodischen Vorgehens in diesen Studien war sie darüber hinaus nur für die Patienten, nicht jedoch für die Kontrollgruppe möglich. Beim DT lag in den publizierten Studien der Anteil der Patienten, die das Mindestkriterium erreichten auf einem ähnlichen Niveau (Dagtekin et al., 2007; Gaertner et al., 2006) oder höher (Sabatowski et al., 2003) als in Studie 3. Beim COG lag der Anteil hingegen etwas niedriger, beim TAVTMB auf einem ähnlichen Niveau (Dagtekin et al., 2007; Gaertner et al., 2006; Sabatowski et al., 2003). Insofern weichen die Ergebnisse von Studie 3 insgesamt von denen der früheren Studien ab. Allerdings waren dort die Patienten in Bezug auf die Begleitmedikation nicht standardisiert, was hierfür eine mögliche Erklärung darstellt.

Durchschnittlich erzielten in Studie 3 die Patienten bei 4.2 (sd = .8) der fünf Tests, die zum Test-Set FeV gehören, einen Prozentrang von mindestens 16. Bei den Gesunden lag dieser Wert bei 4.8 (sd = .5). Am deutlichsten differenzierte der Determinationstest zwischen beiden Gruppen. Der Vergleich der Anzahl bestandener Tests legt nahe, dass zwar Leistungsdefizite bei den Patienten bestanden, ein Großteil jedoch die Vorgaben der FeV erfüllte. Allerdings wurde mit der Vorgabe, dass in allen fünf durchgeführten Tests ein Prozentrang von mindestens 16 erreicht werden muss, ein sehr strenges Kriterium angelegt. Die Begutachtungsleitlinien räumen hier einen größeren Entscheidungsspielraum ein. So können Zweifel an der Eignung auch dann als ausgeräumt betrachtet werden, wenn die Unterschreitung dieses Prozentrangs situationalen Ursachen hatte. Als Beispiele werden Störungen bei der Testung oder unzureichender Nachtschlaf angeführt. Weiterhin wird die Möglichkeit eingeräumt, weitere Verfahren einzusetzen oder die gesamte Testung zu wiederholen. Auch besteht die Möglichkeit, eine Minderleistung in einem Test durch eine gute Leistung in einem anderen Test auszugleichen (BASt, 2010). All diese Möglichkeiten in einer Studie wie der durchgeführten zu berücksichtigen, ist jedoch kaum realisierbar, da dann für jede Testung Einzelfallentscheidungen erforderlich wären. Dies hätte wiederum Einschränkungen bei der Vergleichbarkeit der Ergebnisse zufolge. Ohnehin ist in den Begutachtungsleitlinien noch die Möglichkeit vorgesehen, mittels einer Fahrprobe den Nachweis zu erbringen, dass sich die in der computerbasierten Testung festgestellten Beeinträchtigungen nicht auf das Fahren auswirken (BASt, 2010).

Die Auswertung der Testresultate in Anlehnung an die Vorgaben für die Begutachtung lieferte somit keine stichhaltigen Belege dafür, dass die Fähigkeiten dieser Patientengruppe in den fahrsicherheitsrelevanten Leistungsbereichen soweit eingeschränkt sind, dass die Fahreignung grundsätzlich in Frage zu stellen wäre. Die differenziertere Betrachtung auf Ebene der einzelnen Tests zeigte jedoch auf, dass durchaus Beeinträchtigungen bestehen. In Anlehnung an die vergleichbaren Studien (z.B. Dagtekin et al., 2007; Gaertner et al., 2006; Sabatowski et al., 2003) wurde dazu ein Gesamtscore aus den Leistungsmaßen berechnet. Dieser wurde sowohl für die fünf nach FeV erforderlichen Tests bestimmt, als auch für sämtliche durchgeführte Tests. Auf beiden Scores schnitten die Patienten schlechter ab als die Gesunden. Zwar erzielten die Fahrer mit höherem Alter eine schlechtere Leistung, was bereits Sabatowski et al. (2003) berichteten, jedoch waren die gefundenen Leistungsunterschiede zwischen beiden untersuchten Gruppen nicht alleine auf Unterschiede in der Alterszusammensetzung der Gruppen zurückzuführen.

Im Einzelnen zeigte sich, dass Patienten weniger gut in der Lage waren, auf Reize schnell und korrekt zu reagieren (DT). Darüber hinaus wiesen sie Einschränkungen bei der Reaktionsgeschwindigkeit auf (RT) sowie bei der selektiven Aufmerksamkeit und der Überblicksgewinnung (LVT). Auch waren Patienten weniger gut als Gesunde dazu in der Lage, Verkehrssituationen schnell und detailliert zu erfassen (TAVTMB). In Bezug auf die motorische Umsetzung von Bewegungen waren die Patienten den gesunden Fahrern hingegen nicht unterlegen (2Hand). Und sie waren ebenso gut wie gesunde Fahrer in der Lage, ihre Aufmerksamkeit unter monotonen Bedingungen über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten (VIGIL). Dies ist insofern bedeutsam, da Ermüdung eine der häufigsten Nebenwirkungen der Opiode ist (Mutschler et al., 2001) und diese auch intuitiv als ein Hauptgrund für eine mögliche Einschränkung der Fahrsicherheit angenommen wird.

Mit einigen der hier verwendeten Tests wiesen zuvor bereits Gaertner et al. (2006) Beeinträchtigung von Schmerzpatienten nach. Die in dieser Studie untersuchten Patienten wurden langfristig mit retardiertem Oxycodon behandelt. In dieser und auch in den Studien von Dagtekin et al. (2007) und Sabatowski et al. (2007) wurden ebenfalls verkehrspsychologische Tests des Wiener Testsystems eingesetzt. In vergleichbarer Weise wie in Studie 3 wurde in diesen Arbeiten ein Summenscore als primärer Endpunkt definiert. Anders als von Gaertner et al. (2006) und auch in Studie 3 wurden von Dagtekin et al. (2007) und von Sabatowski et al. (2007) jedoch keine Beeinträchtigungen der Patienten nachgewiesen. Dagtekin et al. (2007) hatten Schmerzpatienten untersucht, die mit transdermaletem Buprenorphin behandelt wurden, Sabatowski et al. (2007) untersuchten mit transdermaletem Fentanyl behandelte Schmerzpatienten. Die Befundlage aus den Studien, in denen ein ähnliches Vorgehen gewählt wurde, ist damit uneinheitlich. Allerdings zeigen sich bei genauerer Betrachtung der bereits publizierten Studien deutliche methodische Unterschiede zu Studie 3. So waren diese früheren Studien als Äquivalenzstudien angelegt, ein in der klinischen Forschung sehr verbreitetes Vorgehen. In diesen Studien wird die Wirksamkeit eines Medikaments über den Nachweis der Nicht-Unterlegenheit gegenüber der Standardtherapie erbracht (Wellek & Blettner, 2012). In den genannten Arbeiten wurde dafür, analog zur Fragestellung, die Testleistung unter Einfluss von 0.5‰ Alkohol als Grenze herangezogen, bei der die Fahrsicherheit noch gegeben ist. Allerdings wurden diese Vergleichsdaten nicht in einer eigenen Studie bestimmt, sondern es wurden Daten einer historischen Kontrollgruppe genutzt, für die die Leistung unter Alkohol rechnerisch bestimmt wurde. Ferner wurde in diesen Studien keine altersunabhängige Gruppe für den Vergleich herangezogen, so wie es die Begutachtungsleitlinien für die Prüfung der Fahreignung vorsehen (BASt, 2010). Stattdessen wurde die Zusammensetzung der Patienten- und der Kontrollgruppen nach Alter und Geschlecht abgestimmt. Darüber hinaus enthielt der Score, der in diesen bereits publizierten Studien als primärer Endpunkt verwendet wurde, nicht alle Tests, die nach den Vorgaben des Testsystemherstellers erforderlich sind, um die fünf relevanten Leistungsbereiche abzudecken. Weiterhin wurden, statt mit Prozenträngen zu arbeiten, die Rohwerte standardisiert

und dann zusammengefasst. Aufgrund dieser methodischen Unterschiede sind die Ergebnisse dieser vorhandenen Studien mit denen aus Studie 3 nur bedingt vergleichbar.

Studie 3 lieferte Hinweise darauf, dass bei den untersuchten Patienten gewisse Leistungsbeeinträchtigungen unter der Medikation bestehen. Berücksichtigt man aber zusätzlich die Ergebnisse aus Studie 2, muss in Frage gestellt werden, ob diese Beeinträchtigungen ein Ausmaß erreichen, das sich relevant auf die Fahrsicherheit auswirkt. In Studie 2 wurden die eingesetzten Tests an der Wirkung von Alkohol validiert. Der Vergleich zwischen einer substanzbezogenen Leistungsbeeinträchtigung und der Leistungsbeeinträchtigung durch 0.5‰ Alkohol wird von internationalen Experten bei der Untersuchung psychoaktiver Substanzen mit sedierender Wirkung gefordert (ICADTS, 1999; Walsh et al., 2008). Mit den eingesetzten Testverfahren konnten bei diesem Blutalkoholspiegel jedoch keine deutlichen alkoholbedingten Beeinträchtigungen bei den gesunden Probanden nachgewiesen werden. Dies verwundert insofern, da in zahlreichen Studien bereits gezeigt wurde, dass ein Blutalkoholspiegel von 0.5‰ durchaus zu Beeinträchtigungen in kognitiven Tests führt, die geeignet sind, Leistungen zu erfassen, die auch für das sichere Fahren von Bedeutung sind (z.B. Moskowitz & Dary, 2000; Moskowitz & Fiorentino, 2000; Schnabel et al., 2010). Die in Studie 2 durchgeführten Atemalkoholmessungen bestätigen, dass der angestrebte Alkoholspiegel von 0.5‰ erreicht wurde und im Verlauf der Testung auch erhalten blieb. Außerdem gaben die Probanden an, sich beeinträchtigt gefühlt zu haben. Auch schätzten sie ihre Leistung unter Alkoholeinfluss schlechter ein als nüchtern.

Einen möglichen Hinweis, warum in Studie 2 dennoch keine deutliche alkoholbedingte Leistungsbeeinträchtigung nachgewiesen werden konnte, liefern Meta-Analysen. Diese belegen, dass sich die untersuchte Blutalkoholkonzentration von 0.5‰ verschieden stark auf unterschiedliche Parameter auswirkt (Ogden & Moskowitz, 2004; Schnabel et al., 2010). So stellt sich das subjektive Gefühl der Trunkenheit bei 0.5‰ in fast allen Studien ein. Ebenso zeigen sich in fast allen Studien unter 0.5‰ bereits subjektiv Beeinträchtigungen (Schnabel et al., 2010). Betrachtet man die einzelnen Tests in Studie 2 zeigt sich, dass es bei einigen zu Veränderungen aufgrund des Alkohols kam, bei anderen hingegen nicht. So war die Fähigkeit zur Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit unter monotonen Bedingungen (VIGIL) unter Alkoholeinfluss schlechter als nüchtern. Übereinstimmend fand auch Herberg (1994; zitiert nach Sabatowski et al., 2003) bei diesem Testverfahren den stärksten Effekt von Alkohol. In Studie 2 war darüber hinaus die Risikobereitschaft unter Alkohol erhöht (WRBTV). Demgegenüber kam es bei der tachistoskopischen Darbietung der Verkehrsszenarien (TAVT) zu keiner alkoholbedingten Leistungsveränderung. Bei Aufgaben dieses Typs, Schnabel et al. (2010) rechnen ihn in ihrer Meta-Analyse den komplexen Aufgaben zu, waren unter 0.5‰ auch nur 24% der Befunde in den einbezogenen Studien signifikant (Schnabel et al., 2010). Bei RT und DT, die Schnabel et al. (2010) beide zu den einfachen Reiz-Reaktionsaufgaben zählen, zeigte sich in der Meta-Analyse bei 0.5‰ nur bei 29% der Befunde ein signifikanter Effekt. Da auch in Studie 2 bei TAVT, RT und DT kein Einfluss des Alkohols auszumachen war, kann vermutet werden, dass der Nachweis der alkoholbedingten Beeinträchtigung in Studie 2 nicht gelang, weil sich die Beeinträchtigung durch 0.5‰ Alkohol grundsätzlich nur schwach auf die verwendeten Tests auswirkt. In der Folge konnte auch auf dem Gesamtscore keine deutliche Beeinträchtigung nachgewiesen werden.

Bei der Interpretation dieser Ergebnislage ist aber auch zu berücksichtigen, dass es aufgrund der organisatorischen Bedingungen bei der Durchführung von Studie 2 nicht möglich war, die Abfolge der Bedingungen zu balancieren. Die Testung unter Alkoholeinfluss musste immer nach der nüchtern absolvierten Testung durchgeführt werden. Zwar fanden beide Testungen stets im Abstand von mindestens einer Woche statt, jedoch können damit Übungseffekte nicht ausgeschlossen werden. Es wäre also denkbar, dass die alkoholbedingte Beeinträchtigung von einem übungsbedingten Leistungszuwachs überlagert wurde. Studie 1 zeigte allerdings, dass die Leistung bei der Wiederholung der Testung weitgehend unverändert bleibt. Aufgrund der in dieser Studie

nachgewiesenen Stabilität der Leistung scheint es damit unwahrscheinlich, dass der Reihenfolgeeffekt dafür verantwortlich war, dass in Studie 2 keine alkoholbedingte Leistungsbeeinträchtigung nachgewiesen werden konnte.

Die in Studie 1 für das Test-Set FeV ermittelten Retest-Reliabilitäten lagen zwischen .622 und .908 und damit im niedrigen bis mittleren Bereich (Bühner, 2006). Sie waren für COG und VIGIL am niedrigsten und für LVT und RT am höchsten (Tabelle 88). Bei den Tests mit eher niedriger Reliabilität war die Effektstärke der Leistungsveränderung durch Alkohol, ermittelt in Studie 2, eher hoch. COG und VIGIL scheinen damit eher sensitiv für Zustandsveränderungen zu sein, während die übrigen Tests eher überdauernde Leistungsmerkmale zu erfassen scheinen. Die in Studie 3 für den Leistungsvergleich zwischen Gesunden und Patienten ermittelten Effektstärken waren bei den Tests mit hoher Reliabilität vergleichsweise hoch, während die Effektstärken bei den Tests mit niedriger Reliabilität eher niedrig waren. Dies weist darauf hin, dass die Beeinträchtigungen der Patienten eher im Bereich überdauernder Fertigkeiten lagen und weniger durch Veränderungen des Zustands begründet sind. Hierfür sprechen auch die in Studie 3 erhobenen Angaben zum Fahrerszustand. Obwohl Ermüdung eine der hauptsächlichen fahrsicherheitsrelevanten Nebenwirkungen von Opioiden ist (Freye, 2010; Mutschler et al., 2001), ermüdeten die Patienten kaum. Auch waren Patienten und Gesunde gleichermaßen gut in der Lage, ihre Aufmerksamkeit unter monotonen Bedingungen über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten (VIGIL).

Tabelle 88: Retest-Reliabilität (Studie 1) und Effektstärken aus Studie 2 (Gesunde nüchtern vs. unter Alkohol) und Studie 3 (Patienten vs. Gesunde), aufsteigend sortiert nach r_{tt} .

Test	Variable	Studie 1: r_{tt}	Studie 2: η^2	Studie 3: η^2
COG	Mittlere Zeit korrekte Zurückweisung	.622	.241	.038
VIGIL	Score	.666	.340	.000
DT	Anzahl richtige Reaktionen	.732	.009	.289
ATAVT	Überblicksgewinnung	.757	.010	.185
LVT	Score	.841	.008	.115
RT	Score	.908	.007	.155

Die vergleichende Betrachtung der Ergebnisse dieser drei Studien spricht auch dafür, dass es sich bei den mit dem computerbasierten Testsystem erfassten Leistungen eher um solche handelt, die überdauernd und vom Fahrerszustand weitgehend unabhängig sind. Diese Tests erfassen somit eher die Fahreignung. Diese wird als überdauernde Eigenschaft betrachtet. Die Fahrsicherheit hingegen entspricht der aktuellen Leistungsfähigkeit und ist vom Fahrerszustand abhängig (Berghaus & Brenner-Hartmann, 2012). Es ist aber zu berücksichtigen, dass der Fahrerszustand in Studie 2 nur durch eine Alkoholgabe im recht niedrigen Promillebereich verändert wurde. Bei einer stärkeren Alkoholisierung der Probanden wären vermutlich auch bei den verwendeten Tests stärkere Effekte aufgetreten (Schnabel et al., 2010).

15.3 Fahrversuch

Der in Studie 6 durchgeführte Fahrversuch lieferte ebenfalls keine stichhaltigen Belege dafür, dass die Fahrsicherheit der untersuchten Schmerzpatienten in Frage steht. Es fanden sich aber Hinweise darauf, dass gewisse Leistungsbeeinträchtigungen im Vergleich zu gesunden Fahrern bestehen. Diese waren jedoch nur im Road-tracking Test (O'Hanlon, 1984), nicht aber im Car-following Test (Brookhuis et al., 1994) nachweisbar. Beide durchgeführte Prüfmanöver werden von Experten für Untersuchungen zum Einfluss psychoaktiver Substanzen auf die Fahrsicherheit empfohlen (ICADTS, 1999).

Road-tracking Test

Der Road-tracking Test gilt unter Experten als einschlägig für die Bewertung des Einflusses psychoaktiver Substanzen auf die Fahrsicherheit (ICADTS, 1999; Walsh et al., 2008) und wurde bereits in einer Vielzahl von Studien eingesetzt (Penning et al., 2010; Verster & Roth, 2011). Zum Road-tracking Test stehen aus Studie 6 Verhaltensdaten und Selbsteinschätzungen der Fahrer zur Verfügung. Zunächst ist festzustellen, dass alle Patienten in der Lage waren, diesen Teil des Fahrversuchs vollständig zu absolvieren. Fahrabbrüche wurden beispielsweise bei Fahrern berichtet, die zuvor eine Nacht lang nicht geschlafen hatten (Bosker, Kuypers & Conen et al., 2012).

Die Standardabweichung der Spurposition (SDLP), der Haupt-Leistungsparameter des Road-tracking Tests (O'Hanlon, 1984), war bei den Patienten in der Tendenz größer als bei den gesunden Fahrern. Dies bedeutet, dass die Patienten beim Fahren etwas stärker in der Spur schwankten als die gesunden Fahrer, worin sich eine beeinträchtigte Leistung zeigt. Allerdings erreichte dieser Unterschied zu den gesunden Fahrern nicht die Signifikanzgrenze. Dabei war die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit der Patienten tendenziell etwas niedriger als die der gesunden Fahrer. Zwar ist die SDLP ein Maß, das von der Geschwindigkeit abhängig ist, jedoch ist zu vermuten, dass der wertemäßig sehr geringe Unterschied keinen Einfluss hatte. Zudem war die Standardabweichung der Fahrgeschwindigkeit (SD Speed) bei den Patienten signifikant höher als bei den gesunden Fahrern. Dies zeigt an, dass die Patienten die Geschwindigkeitsvorgabe weniger exakt einhielten als die Fahrer der Vergleichsgruppe.

Dass kein signifikanter Unterschied der SDLP zwischen Patienten und gesunden Fahrern nachweisbar war, kann dabei nicht auf die mangelnde Sensitivität der verwendeten Messanordnung zurückgeführt werden. Dies belegen die Ergebnisse der Studien 4 und 5. In beiden Studien wurde die Leistung gesunder Fahrer im Road-tracking Test nüchtern und unter 0.5‰ Alkohol verglichen. Alkohol gehört, wie Opioide, zu den psychoaktiven Substanzen, die sedierend wirken. Die durchgeführten Atemalkoholmessungen belegten, dass die angestrebte Blutalkoholkonzentration jeweils bei Antritt der Fahrten bestand und auch über den Verlauf der Fahrten erhalten blieb. Ferner sprachen die Angaben der Fahrer dafür, dass eine Beeinträchtigung durch den Alkohol bestand. In allen Bedingungen mussten von den Fahrern vergleichbar viele Überholvorgänge durchgeführt werden. Diese wurden als Maß für die Verkehrsdichte erfasst und belegen, dass vergleichbare Verkehrsbedingungen bestanden.

Übereinstimmend mit den von Verster und Ramaekers (2009) publizierten Daten, war die SDLP in den Studien 4 und 5 signifikant größer, wenn die Fahrer unter Alkoholeinfluss standen. Zwischen beiden Bedingungen ergab sich in Studie 4 ein Differenzwert von 2.4cm. In Studie 5, die vergleichbar durchgeführt wurde, wurde ein ähnlicher Wert ermittelt. Nahezu denselben Differenzwert wie in Studie 4 ermittelten Louwerens et al. (1987). Sie verwendeten für den Road-tracking Test ein Messfahrzeug, das vergleichbar ausgerüstet war wie das in der vorliegenden Arbeit verwendete. Ziel der Arbeit der Autoren war es, ihre Messanordnung für aufsteigende Blutalkoholkonzentrationen bis 1.1‰ zu kalibrieren. Aufgrund dieser Befunde zur Referenzsubstanz Alkohol kann die Eignung der in

den eigenen Studien verwendeten Messanordnung als gegeben betrachtet werden. Spätere Studien zeigten, dass sich starke Müdigkeit viel stärker als 0.5‰ Alkohol auf die SDLP auswirkt. So ermittelten Bosker, Kuypers und Conen (2012) bei Fahrten, die nach einer durchwachten Nacht angetreten wurden, einen Differenzwert, der um 4.2cm über dem von Fahrten nach ausreichendem Nachtschlaf lag. Dies entsprach in etwa der Leistungsbeeinträchtigung beim Fahren mit 0.8‰ Alkohol im Blut (Louwerens et al., 1987).

In Studie 6 konnte zwar nur in der Tendenz ein Unterschied zwischen Patienten und gesunden Fahrern auf dem Leistungsparameter SDLP ausgemacht werden, jedoch unterschieden sich beide Gruppen in Bezug auf SD Speed. Bei diesem Maß, das die Genauigkeit der Einhaltung der Geschwindigkeitsvorgabe angibt, handelt es sich jedoch lediglich um ein Kontrollmaß (O'Hanlon, 1984). Zudem fällt der Unterschied wertemäßig recht gering aus. Vorhandene Studien zeigten außerdem, dass sich Beeinträchtigungen durch sedierende Substanzen nicht immer gleichermaßen auf SDLP und auf SD Speed auswirken (Bosker, Kuypers & Conen et al., 2012; Bosker, Kuypers & Theunissen et al., 2012). Auch die eigenen Studien lieferten hier divergente Befunde. Während in Studie 5 auf beiden Parametern eine Beeinträchtigung durch Alkohol nachgewiesen werden konnte, war dies in Studie 4, trotz identischem Untersuchungsaufbau, nicht der Fall. Darüber hinaus muss berücksichtigt werden, dass in SD Speed immer auch die Leistung des Fahrlehrers einging. Seine Aufgabe während der Fahrten bestand unter anderem darin, auf die Einhaltung der Geschwindigkeitsvorgabe zu achten, um so die Vergleichbarkeit der gewonnenen Daten sicherzustellen. Wichen die Fahrer um mehr als 10km/h von der vorgegebenen Geschwindigkeit ab, hatte der Fahrlehrer die Anweisung, die Fahrer zur Anpassung der Geschwindigkeit aufzufordern. Zusammengefasst sprechen diese Befunde dafür, dass SDLP den verlässlicheren und aussagekräftigeren Parameter darstellt. Der gefundene Unterschied bei SD Speed stellt damit keinen Indikator für eine Leistungsbeeinträchtigung der Patienten dar.

In Studie 4 absolvierten die Fahrer die Fahrt unter Alkoholeinfluss immer erst, nachdem sie nüchtern gefahren waren. Dies hatte zum einen organisatorische Gründe, zum anderen standen sicherheitskritische Überlegungen dahinter. Über diese Abfolge der Fahrten waren die Fahrer nicht informiert. Aus ihren Angaben zur Alkoholkonsumierung ging aber hervor, dass nahezu alle erkannten, wann sie unter Alkoholeinfluss standen und wann nicht. Da die SDLP trotz dieser Abfolge bei den Fahrten unter Alkoholeinfluss höher war, wurde die substanzinduzierte Leistungsbeeinträchtigung nicht durch einen Leistungszuwachs überlagert, der auf Übung zurückzuführen war. Eine übungsbedingte Leistungsverbesserung war beim Road-tracking Test ohnehin nicht zu erwarten, da es sich bei der Spurhaltung um eine weitestgehend automatisierte Aufgabe handelt. Sie wird der Stabilisierungsebene zugeordnet (Michon, 1985; Vollrath & Krems, 2011). Zudem hatten alle Fahrer ausreichend Gelegenheit, sich bei der Eingewöhnungsfahrt mit der Aufgabe vertraut zu machen. Ferner wurde die Abfolge der Fahrten in Studie 5 balanciert. Die in dieser Studie ermittelte SDLP entsprach weitgehend der aus Studie 4, was belegt, dass die Reihenfolge der Fahrten keinen nennenswerten Einfluss auf die SDLP hatte.

Die Befunde aus den Verhaltensdaten deckten sich mit den Angaben der Probanden. So bewerteten Patienten und Gesunde in Studie 4 ihre eigene Leistung im Road-tracking Test gleichermaßen positiv. Ebenso wie die gesunden Fahrer ermüdeten die Patienten während der monotonen Fahrt kaum. Sowohl die Patienten als auch die gesunden Fahrer gaben übereinstimmend an, dass nur wenig Anstrengung aufzubringen war, um den Road-tracking Test zu absolvieren. Dies spricht gegen die Vermutung, dass die Patienten vorhandene Leistungsdefizite durch vermehrte Anstrengung kompensierten. Da die Fahrer in den Studien 4 und 5 ihre eigene Leistung unter Alkoholeinfluss schlechter bewerteten, kann die subjektive Leistungsbeurteilung als sensitiv betrachtet werden. Selbiges gilt für die Selbstbewertung der Anstrengung, die anhand der Bewertungsskala Mental Effort (RSME; Zijlstra, 1993) erfasst wurde. Auch auf dieser Skala bildete sich in den Studien 4 und 5 der Einfluss von Alkohol ab.

Studie 5 bestätigte, dass die SDLP geeignet ist, ermüdungsbedingte Leistungsbeeinträchtigungen des Fahrers abzubilden. Hierfür wurde eine vergleichende Verlaufsbetrachtung dieses Leistungsmaßes mit subjektiven und objektiven Indikatoren der Ermüdung durchgeführt. Übereinstimmend mit einer früheren Studie führten sowohl Alkohol als auch die zunehmende Ermüdung im Verlauf der Fahrt zu einem Anstieg der SDLP (Arnedt, Wilde, Munt & MacLean, 2001). Die Betrachtung der Befragungsdaten im Zeitverlauf zeigte, dass die Müdigkeit der Fahrer im Verlauf der Fahrt kontinuierlich zunahm. Diese Zunahme der Müdigkeit war sowohl nüchtern als auch unter Alkoholeinfluss zu beobachten. Unter Alkoholeinfluss war die Müdigkeit der Fahrer bereits bei Antritt der Fahrt stärker ausgeprägt. Diese subjektiven Angaben der Fahrer wurden durch die Bewertungen des Fahrlehrers bestätigt. Auch in dessen Einschätzung nahmen bei den Fahrern die Anzeichen der Müdigkeit mit der Dauer der Fahrt zu, unabhängig davon, ob diese nüchtern waren oder unter Alkoholeinfluss standen. Unter Alkoholeinfluss waren diese Anzeichen, wie von den Fahrern selbst wahrgenommen, von Beginn der Fahrt an bereits stärker ausgeprägt. Auch die α -Spindelrate nahm im Verlauf der Fahrt zu, was eine zunehmende Ermüdung der Fahrer anzeigt. Dies entspricht dem Befund von Schmidt et al. (2009), die einen Anstieg der α -Spindelrate während monotoner Nachtfahrten nachwiesen. Unter Alkoholeinfluss war die α -Spindelrate bereits von Beginn der Fahrt an höher. Auch Horne, Reyner & Barrett (2003) wiesen in ähnlicher Weise durch Alkohol und durch Ermüdung bedingte Veränderungen in einem Maß der neuronalen Aktivität nach.

Sowohl nüchtern als auch unter Alkoholeinfluss entsprachen sich in Studie 5 die Zeitverläufe des physiologischen, des subjektiven und des objektiven Indikators der Ermüdung. Der Verlauf des Leistungsmaßes SDLP wich davon jedoch ab. In beiden Bedingungen stieg die SDLP im Verlauf der Fahrt an. Unter Alkoholeinfluss war sie von Beginn der Fahrt an größer, stieg im weiteren Verlauf dann aber weniger stark an als bei den Fahrten, die nüchtern angetreten wurden. Bei diesen Fahrten war die SDLP zu Beginn noch deutlich niedriger, stieg dann aber stärker an als bei den Fahrten unter Alkoholeinfluss. Gegen Ende erreichte die SDLP dann auch bei den nüchtern angetretenen Fahrten nahezu das Niveau wie bei den Fahrten unter Alkoholeinfluss. Während die Fahrer unter Alkoholeinfluss ihre eigene Leistung erst mit der Zeit schlechter bewerteten, zeigte der Verlauf der SDLP, dass bereits von Beginn der Fahrt an deutliche Beeinträchtigungen bestanden. Wird unter Alkoholeinfluss gefahren, scheint das Ausmaß der Leistungsbeeinträchtigung folglich zunächst noch eher unterschätzt zu werden. Ebenso wird das Ausmaß der Leistungsbeeinträchtigung, das sich unter Monotonie erst mit der Zeit einstellt, eher unterschätzt.

Zusammenfassend lässt sich somit festhalten, dass der Road-tracking Test ein geeignetes Verfahren ist, um Beeinträchtigungen des Fahrers nachzuweisen, die mit Ermüdung einhergehen. Einschränkend ist zu diesem Verfahren jedoch anzumerken, dass der Road-tracking Test nur einen Teil der Aufgaben umfasst, mit denen Fahrer beim Fahren konfrontiert werden. Nahezu 70% der Unfälle mit Personenschaden ereigneten sich 2011 in Deutschland innerhalb geschlossener Ortschaften (Statistisches Bundesamt, 2012). Diese Verkehrssituationen, die völlig andere Anforderungen an den Fahrer stellen als der Road-tracking Test, bleiben bei der Analyse möglicher Leistungsbeeinträchtigungen unberücksichtigt. Bei den Verkehrsszenarien im urbanen Raum spielt die Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern eine große Rolle. Sie lassen sich im Straßenverkehr jedoch nicht standardisiert herstellen. Bessere Möglichkeiten zur Standardisierung bieten moderne Fahrsimulatoren. Zusätzlich ist die Durchführung von Studien dort mit keinerlei Gefährdung der Probanden und der übrigen Verkehrsteilnehmer verbunden. Studien zum Einfluss psychoaktiver Substanzen, bei denen die Fahrer auch mit komplexeren Verkehrsszenarien konfrontiert wurden, wurden bereits erfolgreich in Fahrsimulatoren durchgeführt (z.B. Kenntner-Mabiala et al., 2011; Veldstra et al., 2012). Der oft bemängelten einseitigen Betrachtung von Leistungsbereichen, die nur bei einem geringen Anteil der Unfälle ursächlich sind, will auch der Car-following Test begegnen (Brookhuis et al., 1994). Die Befunde der eigenen Studien zu diesem Verfahren werden im Folgenden dargestellt.

Car-following Test

In Studie 6 absolvierten alle Patienten den Car-following Test ohne Fahrtabbrüche. Die aus dem Car-following Test abgeleiteten Reaktionszeitmaße lieferten keinerlei Hinweise darauf, dass Patienten langsamer reagieren als gesunde Fahrer. So benötigten Schmerzpatienten weder signifikant länger, um ihre Geschwindigkeit an Geschwindigkeitsänderungen eines vorausfahrenden Fahrzeugs anzupassen (TSA), noch reagierten sie langsamer auf das Bremsen des vorausfahrenden Fahrzeugs (BRT). Die Selbsteinschätzungen der Probanden stimmten dabei mit den Befunden aus der Leistungsmessung überein. Gesunde Fahrer und Patienten bewerteten ihre eigene Leistung bei diesem Test gleichermaßen als gut. Die etwa 20-minütigen Fahrten wirkten auf die Fahrer in beiden Gruppen kaum ermüdend. Übereinstimmend wurde angegeben, dass nur wenig Anstrengung nötig war, um den Car-following Test zu absolvieren.

Auch zum Car-following Test wurden in Studie 4 Referenzdaten unter Einfluss von Alkohol generiert. Hierbei erwies sich der Car-following Test als weniger sensitiv für die so induzierte Beeinträchtigung. In der Tendenz benötigten die Fahrer der Kontrollgruppe unter Alkohol etwas länger, um ihre Geschwindigkeit an die des vorausfahrenden Fahrzeugs anzupassen. Ebenso reagierten sie etwas verzögerter, wenn der Fahrer des vorausfahrenden Fahrzeugs bremste. Beide Leistungsmaße erreichten jedoch nicht das festgelegte Signifikanzniveau. Dabei konnte über die Atemalkoholmessung belegt werden, dass der intendierte Blutalkoholspiegel von 0.5‰ erreicht wurde und während der Fahrt aufrechterhalten werden konnte. Ferner gaben die Fahrer an, beeinträchtigt gewesen zu sein. Auch schätzten sie ihre Leistung unter Alkoholeinfluss schlechter ein als nüchtern und gaben an, dass dann mehr Anstrengung notwendig war, um den Car-following Test zu absolvieren. Diese wahrgenommene Beeinträchtigung bildete sich jedoch nicht ausreichend deutlich in den zuvor berichteten Leistungsparametern ab. Möglicherweise wäre dies bei einer höheren Alkoholkonzentration oder bei einer größeren Stichprobe der Fall gewesen.

Hinweise darauf, dass die Leistungsparameter aus dem Car-following Test weniger sensitiv für Beeinträchtigungen des Fahrerzustands sind, lieferten jedoch bereits andere Studien. Bosker, Kuypers & Conen et al. (2012) konnten auf dem Leistungsparameter SDLP des Road-tracking Tests eine Beeinträchtigung der Fahrer nach Schlafentzug nachweisen, jedoch nicht mit dem Leistungsparameter TSA aus dem Car-following Test. BRT wurde in dieser Studie aus technischen Gründen nicht erfasst. Ebenso führte THC, verabreicht in Form von Dronabinol²⁸, sowohl bei Fahrern, die an die Wirkung von THC gewöhnt waren als auch bei solchen, die nur selten THC konsumierten, zu einer Erhöhung der SDLP. Die Reaktionszeit im Car-following Test, erfasst wurde wieder nur TSA, verlängerte sich jedoch nur bei den Fahrern, die nicht an die Wirkung dieser sedierenden Substanz gewöhnt waren (Bosker, Kuypers & Theunissen et al., 2012). Bereits Herberg (2000) konnte zeigen, dass sich müdigkeitsbedingte Beeinträchtigungen eher auf die Leistung in monotonen Aufgaben auswirken. Die Aufgabe beim Car-following Test stellt sich für den Fahrer jedoch nicht wirklich monoton dar. Betrachtet man die Angaben zur Müdigkeit aus Studie 4, wird diese Vermutung untermauert. Während die Fahrer beim Road-tracking Test stärker ermüdeten, wenn sie diesen unter Alkoholeinfluss absolvierten, war dies beim Car-following Test nicht der Fall. Auch mussten in der Studie von Bosker, Kuypers & Conen et al. (2012) bei schlafdeprivierten Fahrern aus Sicherheitsgründen 20% der Road-tracking Tests vorzeitig abgebrochen werden, jedoch nur 2% der Car-following Tests.

Betrachtet man Road-tracking und Car-following Test unter der Perspektive des Drei-Ebenen-Modells des Fahrens (Michon, 1985; Vollrath & Krems, 2011), so fällt auf, dass die Aufgaben des Fahrers beim Road-tracking Test überwiegend der Stabilisierungsebene zuzuordnen sind. Diese Aufgaben laufen weitestgehend automatisiert ab. Nur während eines Überholmanövers sind

²⁸ Dronabinol ist der isolierte Hauptwirkstoff der Cannabispflanze, der als Medikament verwendet wird.

Handlungen notwendig, die der Bahnführungsebene zuzuordnen sind. Beim Car-following Test muss der Fahrer hingegen dem vorausfahrenden Fahrzeug folgen, während dieses geeignete Lücken im Verkehr ansteuert, um die Prüfergebnisse erfolgreich auszuführen zu können. Währenddessen müssen vom Fahrer kontinuierliche Abstände eingehalten und Verkehrsregeln beachtet werden. Die Fahrer müssen somit in deutlich stärkerem Umfang auf Veränderungen der Verkehrssituation reagieren. Ihre Aufgabe gestaltet sich damit wesentlich komplexer als beim Road-tracking Test. Der Aufgabenschwerpunkt liegt stärker auf der Bahnführungsebene als auf der Stabilisierungsebene.

Aufgrund der hohen Abhängigkeit vom Verkehrsgeschehen hat sich die Durchführung des Car-following Tests in den Studien 4 und 5 als schwieriger erwiesen als die Durchführung des Road-tracking Tests. Am Car-following Test wird ferner kritisiert, dass es sich dabei um ein recht künstliches Szenario handelt, da die Fahraufgabe von Fahrern in der Realität so kaum ausgeführt wird (Kaussner, Kenntner-Mabiala, Hoffmann & Jagiellowicz, 2012). Insbesondere auf Autobahnen ist eher davon auszugehen, dass Fahrer langsamere Fahrzeuge überholen, statt diesen langfristig zu folgen und ihre eigene Geschwindigkeit an diese anzupassen. Auf Landstraßen hingegen werden die Fahrer stärker damit beschäftigt sein, geeignete Möglichkeiten zum Überholen langsamer Fahrzeuge zu finden. In neueren Studien hat sich das Folgefahrerszenario allerdings als sensitiv für die Erfassung der Ablenkungswirkung fahrfremder Tätigkeiten erwiesen (Ranney, Baldwin, Parmer, Martin & Mazzae, 2011). Es wird daher als ein Standardprüfverfahren für solche Untersuchungen vorgeschlagen (NHTSA, 2013). Die Beschäftigung mit Nebenaufgaben geht jedoch mit einer Erhöhung der Fahrerbeanspruchung einher und ist oft mit häufigen Blickabwendungen verbunden. Sie führt jedoch eher nicht zur Ermüdung der Fahrer. Folglich werden mit dem Car-following Test andere Beeinträchtigungen besser abgebildet als solche, die durch Monotonie verursacht werden.

15.4 Vergleich zwischen computerbasierter Testung und Fahrversuch

Nur das Leistungsmaß aus dem Road-tracking Test stand in einem signifikanten Zusammenhang zur Leistung in den verkehrspsychologischen Tests, die am Computer durchgeführten wurden. Studienteilnehmer, die im Test-Sets FeV des Wiener Testsystems eine bessere Leistung erzielten, wiesen eine geringe SDLP auf, hielten die Spur also genauer ein. Bei den Leistungsparametern aus dem Car-following Test bestand ein solcher Zusammenhang nicht.

Die fünf Tests der verwendeten Testbatterie (DT, COG, ATAVT, LVT, und RT) decken die fünf nach FeV vorgeschriebenen Leistungsbereiche ab (Schuhfried GmbH, 2009). Allerdings weisen die gefundenen Korrelationen nur auf einen Zusammenhang mittlerer Höhe hin. Mit der Frage, in wieweit sich die Leistung im Road-tracking Test aus der Leistung in kognitiven Testverfahren vorhersagen lässt, beschäftigten sich auch Verster und Roth (2012b). Hier wurde die Testung zwar ebenfalls am Computer durchgeführt, jedoch wurden andere Verfahren zur Erfassung der fahrsicherheitsrelevanten Leistung verwendet als in der vorliegenden Arbeit (u.a. Sternberg Memory Scanning Test, Continuous Tracking Test und Divided Attention Test; beschrieben z.B. bei Verster und Roth (2012b)). Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass keine ausreichend genaue Prädiktion möglich ist und kognitive Tests daher keinen Ersatz für die Durchführung des Road-tracking Tests darstellen.

Der in der vorliegenden Arbeit gefundene korrelative Zusammenhang zwischen SDLP und der Leistung in der computerbasierten Testung lässt dagegen zunächst vermuten, dass das Test-Set FeV eine mögliche Alternative zur Durchführung des sehr zeit- und kostenaufwändigen Fahrversuchs ist. Der Zusammenhang erreichte allerdings nur eine mittlere Höhe. Weiterhin sollte nicht vergessen werden, dass hier zwei Verfahren verglichen werden, die jedes für sich genommen kritisiert werden. Obgleich Poschadel et al. (2009) bei dem verwendeten Testsystem zu dem Schluss kommen, dass zwischen der Testleistung und der Leistung in einer Fahrprobe ein positiver Zusammenhang besteht,

sehen sie dennoch Optimierungsbedarf. Ganz grundlegend fordern sie eine Überarbeitung der in der FeV genannten Leistungsbereiche, auf denen auch dieses Testsystem basiert. Für den Road-tracking Test konnte bislang noch nicht ausreichend erklärt werden, wie die erfassten Leistungsdefizite letztlich mit der Verwicklung in Unfälle zusammenhängen. Darüber hinaus deckt dieser Test, wie zuvor bereits ausgeführt, nur einen Ausschnitt der Anforderungen ab, mit denen Fahrer üblicherweise beim Fahren konfrontiert werden. So werden die besonders unfallträchtigen und damit besonders relevanten Verkehrssituationen im innerstädtischen Bereich gar nicht abgedeckt.

Vergleicht man außerdem die Leistungsbereiche, die mit den Tests des Test-Sets erfasst werden, mit den Anforderungen des Fahrversuchs, wirft dies weitere Fragen auf. So war die SDLP umso geringer, je besser die Leistung im DT war. Beim DT handelt es sich aber um einen Mehrfachreiz-Reaktionstest, der völlig andere Anforderungen an den Fahrer stellt als die Trackingaufgabe des Fahrversuchs. Je besser die Leistung im 2HAND-Test war, umso präziser hielten die Fahrer das Fahrzeug in der Spur. Hier sind in den Anforderungen zumindest Ähnlichkeiten zu erkennen. Sowohl beim Road-tracking Test als auch bei 2HAND handelt es sich um eine Trackingaufgabe, deren Struktur der eines Regelkreises entspricht. Jedoch ist die Komponente der Monotonie beim Road-tracking Test ungleich viel stärker ausgeprägt als bei 2HAND: Während der Road-tracking Test eine Stunde dauert, sind für die Bearbeitung des Tests am Computer nur etwa vier Minuten notwendig. Beim Vigilanztest muss eine gleichförmige Aufgabe in einer reizarmen Situation über längere Zeit ausgeführt werden. Entsprechend wäre hier ein negativer Zusammenhang zwischen dem Prozentrang und der SDLP zu erwarten gewesen. Dieser fand sich in den Daten jedoch nicht. Ein positiver Zusammenhang bestand hingegen zwischen SDLP und der Leistung im Wiener Risikobereitschaftstest. Da aber höhere Prozentränge in diesem Test eine geringere Risikobereitschaft anzeigen, widerspricht dieses Ergebnis den Erwartungen. Es legt nämlich nahe, dass Fahrer, die weniger Risikobereitschaft zeigen, größere Spurschwankungen akzeptieren.

Aus inhaltlichen Überlegungen wäre ein Zusammenhang zwischen den Reaktionszeitparametern aus dem Car-following Test und der Leistung im RT sowie im DT zu erwarten gewesen. Bei beiden computerbasierten Tests ist die Reaktionszeitkomponente deutlich ausgeprägt. Allerdings fand sich weder für RT noch für DT ein Zusammenhang zu der Zeit, die die Fahrer zur Geschwindigkeitsanpassung benötigten (TSA). Selbiges galt für die Bremsreaktionszeit (BRT).

15.5 Patientenbezogene Einflussfaktoren auf die Fahrsicherheit

Übereinstimmend mit Sabatowski et al. (2003) ging die Leistung in der computerbasierten Testung mit dem Alter zurück. Hinsichtlich der für die untersuchte Patientengruppe spezifischen Merkmale zeigte sich jedoch kein Einfluss auf die erzielte Leistung. So stand weder die Dauer der Schmerzerkrankung, noch die Stärke der Schmerzen zum Zeitpunkt der Testung und auch nicht die Morphinäquivalenzdosis mit der erzielten Testleistung in Zusammenhang (Studie 3). Dass die Dosis bei Langzeitanwendung von starken Opioiden nicht in Zusammenhang mit der Leistung steht, wurde übereinstimmend bereits zuvor berichtet (Sabatowski et al., 2003).

Wie bei der Leistung in der computerbasierten Testung, so bestand auch in den Studien 4 und 6 ein Zusammenhang zwischen dem Alter und der Leistung im Road-tracking Test. Hier nahm die Höhe der SDLP mit dem Alter zu, was bedeutet, dass ältere Fahrer stärker in der Spur schwankten und damit größere Beeinträchtigungen zeigten als jüngere Fahrer. Bei den Reaktionszeitmaßen aus dem Car-following Test bestand kein solcher Zusammenhang. Das Geschlecht der Fahrer sowie deren Fahrerfahrung hingen mit keinem der Leistungsparameter aus dem gesamten Fahrversuch zusammen. Bezüglich des Einflusses der Fahrerfahrung ist jedoch anzumerken, dass bereits die Ein- und Ausschlusskriterien eine recht homogene Zusammensetzung der Gruppe bezüglich der Fahrerfahrung gewährleisteten. Diese schrieben u.a. eine Mindestfahrleistung pro Jahr sowie eine

gewisse Regelmäßigkeit bei der Nutzung des PKW vor. In beiden untersuchten Gruppen waren Fahranfänger und Fahrer über 65 Jahre von der Teilnahme ausgeschlossen.

In Bezug auf die schmerzspezifischen Merkmale stand nur die Schmerzintensität nach der Fahrt mit der SDLP in Zusammenhang. Fahrer, die am Ende der Fahrt angaben, stärkere Schmerzen zu haben, hielten die Spur genauer ein. Zur Schmerzintensität vor der Fahrt war ein solcher Zusammenhang nicht auszumachen. Möglicherweise ermüdeten Patienten aufgrund der stärkeren Schmerzen weniger und waren daher besser in der Lage, die Spur zu halten. Weder die Dauer der Schmerzerkrankung noch die in Morphinäquivalenzdosen umgerechnete Menge des Opioids standen mit diesem Leistungsmaß aus dem Road-tracking Test in einem signifikanten Zusammenhang. Allerdings bestand hier ein Zusammenhang zur Bremsreaktionszeit. Fahrer, die mit höheren Morphinäquivalenzdosen behandelt wurden, reagierten im Car-following Test langsamer auf das Bremsen des vorausfahrenden Fahrzeugs (Studie 6). Beim zweiten Reaktionszeitmaß aus diesem Fahrmanöver, der Zeit zur Geschwindigkeitsanpassung (TSA), bestand ein solcher Zusammenhang nicht. Da in der computerbasierten Testung, deren Aufgaben überwiegend eine deutliche Reaktionszeitkomponente aufwiesen, kein Zusammenhang zur Morphinäquivalenzdosis bestand, sind die Ergebnisse hier nicht völlig kongruent.

In der neuesten Meta-Analyse zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten bei Langzeitbehandlung mit Opioiden wird kritisiert, dass in vielen Studien konfundierende Faktoren nicht ausreichend kontrolliert wurden (Mailis-Gagnon et al., 2012). Hier nennen die Autoren unter anderem das Vorhandensein psychiatrischer Störungen, die Stärke des verbleibenden Restschmerzes, sowie die Einnahme von Begleitmedikamenten mit psychoaktiver Wirkung. Auch wird bemängelt, dass nicht immer genau nachvollziehbar war, was unter „Langzeitanwendung“ und „Gewöhnung“ verstanden wurde. In der vorliegenden Studie wurde versucht, diese Einflussfaktoren durch die Festlegung entsprechender Ein- und Ausschlusskriterien zu kontrollieren bzw. diese über geeignete Instrumente zu erfassen.

So wurden Personen mit schwerwiegenden oder nicht behandelten psychischen oder psychiatrischen Erkrankungen von der Teilnahme ausgeschlossen. Die Angaben der teilnehmenden Patienten zeigten, dass deren Lebensqualität insgesamt niedriger war als die von gesunden Menschen. Diese Angaben aus dem SF-36 stimmen mit publizierten Befunden überein. So berichteten auch Turk, Wilson & Cahana (2011) in einer Übersichtsarbeit, dass, selbst wenn durch die Behandlung eine Reduktion der Schmerzen erreicht wird, zumeist kaum Verbesserungen im funktionalen und emotionalen Bereich erzielt werden. Auch wird nur selten eine Erhöhung der Lebensqualität erreicht.

Mit der deutschen Adaptation der Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS-D; Herrmann-Lingen et al., 2008) wurde ferner gezeigt, dass sowohl Angst als auch Depressivität in der Gruppe der Schmerzpatienten viel stärker ausgeprägt waren als bei gesunden Fahrern. Bei der Depressivität war der Unterschied zwischen beiden untersuchten Gruppen besonders deutlich. Als auffällig in Bezug auf Ängstlichkeit waren 12% der Patienten einzustufen. Immerhin 35% galten in Bezug auf die Ausprägung der Depressivität als auffällig. Dass bei Patienten mit chronischen Schmerzen häufiger solche psychiatrischen Störungen auftreten, wurde bereits von Sabatowski et al. (2008) beschrieben. Dies ist insofern relevant, als es Hinweise darauf gibt, dass Depressivität mit Einschränkungen in kognitiven Leistungsbereichen assoziiert ist (Marazziti, Consoli, Picchetti, Carlini & Faravelli, 2010; McClintock, Husain, Greer & Cullum, 2010). Diese Leistungsbeeinträchtigungen können für die Fahrsicherheit relevant sein.

Es wurden nur Patienten eingeschlossen, bei denen eine chronische Schmerzerkrankung vorlag, die auf die Behandlung mit opioidhaltigen Schmerzmitteln ansprach. Alle Patienten litten bereits seit vielen Jahren an chronischen Schmerzen. Diese waren bei der überwiegenden Mehrzahl der Patienten auf den Stütz- und Bewegungsapparat zurückzuführen. In Bezug auf die Stärke ihrer

Schmerzen unterschieden sich die Patienten ganz deutlich von den Gesunden. Während fast alle Patienten (92%) im Schmerzfragebogen (BPI) angaben, unter anderen als Alltagsschmerzen zu leiden, waren dies in der Vergleichsgruppe nur 10%. Zu Alltagsschmerzen gehörten z.B. Kopf- oder Zahnschmerzen.

Der für die Patienten errechnete Summenscore für die Schmerzintensität, lag bei ungefähr 20. Möglich waren Werte zwischen 0 und 40. Die Schmerzintensität lag damit in einem ähnlichen Bereich wie in einer vergleichbaren Studie zur Fahrsicherheit von Schmerzpatienten, die mit retardiertem Oxycodon behandelt wurden (Stachwitz, 2006). Für die gesunden Fahrer war die Berechnung eines Schmerzscores nicht möglich. Erwartungsgemäß litten diese nicht unter relevanten Schmerzen. Entsprechend der Instruktion sollte der BPI nur bearbeitet werden, wenn andere als Alltagsschmerzen (z.B. Zahnschmerzen, Kopfschmerzen) vorlagen.

Bei keinem der Patienten wurde die Medikation in Zusammenhang mit ihrer Beteiligung an den durchgeführten Studien verändert. Entsprechend wurden alle Patienten unter der individuell auf sie abgestimmten Medikation in die Studien eingeschlossen. Art und Dosierung des Opioids und der Begleitmedikamente wurden in den Ein- und Ausschlusskriterien festgelegt. Hier waren fünf der am häufigsten verordneten starken Opioide (Fentanyl, Buprenorphin, Oxycodon, Hydromorphon oder Morphin) zugelassen. Diese wurden oral in retardierter Form oder transdermal appliziert. Wie in der Schmerztherapie üblich (z.B. Müller-Schwefe, 2012), wurden die untersuchten Patienten neben dem starken Opioid noch mit weiteren Medikamenten behandelt. Für gängige psychoaktive Begleitmedikamente wurden jedoch Dosisobergrenzen eingehalten, bei denen eine Leistungsbeeinträchtigung nicht zu erwarten war. Die Ein- und Ausschlusskriterien besagten, dass später als vier Wochen vor den Erhebungsterminen keine Veränderung der Medikation mehr vorgenommen werden durfte. Damit war sichergestellt, dass die Gewöhnung an die Nebenwirkungen bereits erfolgt war. Üblicherweise wird Schmerzpatienten empfohlen, innerhalb von zwei Wochen nach der Neueinstellung auf ein Opioid kein Fahrzeug selbst zu führen. Selbiges gilt nach Dosisänderungen (Sabatowski et al., 2008). Um den Einfluss weiterer konfundierender Faktoren auszuschließen, war es den Patienten nicht gestattet, ab 24 Stunden vor dem Erhebungstermin Alkohol oder nicht-retardierte Opioide einzunehmen.

Die Angaben der Patienten zum Auftreten der typischen Nebenwirkungen belegten, dass die Gewöhnung zum Zeitpunkt der Teilnahme an der computerbasierten Testung bzw. am Fahrversuch bereits erfolgt war. Von den typischen Nebenwirkungen trat nur Müdigkeit häufiger bei Patienten als bei gesunden Fahrern auf. Insgesamt kamen Nebenwirkungen nur sehr selten in starker Ausprägung vor. In leichter Ausprägung wurden die Symptome sowohl von den Patienten als auch von den gesunden Studienteilnehmern berichtet. Ein Zusammenhang zu den erfassten Leistungsparametern wurde daher nicht geprüft. Auch konnten keine wirkstoffspezifischen Aussagen zur Leistungsbeeinträchtigung gemacht werden, da dazu die Fallzahlen für die einzelnen Opioide zu gering waren.

Eine weitere Einschränkung für die Generalisierbarkeit der vorliegenden Befunde ist die Tatsache, dass eine gewisse Selektion bei der Rekrutierung der Patienten wohl nicht vermeidbar war. So werden Patienten mit subjektiv positiver Einschätzung der eigenen Fahrfähigkeit eher an dieser Untersuchung teilgenommen haben als Patienten, die unsicher über ihre eigene Leistungsfähigkeit waren. Insofern lag unter Umständen eine positive Selektion vor. Dies bestätigt aber wiederum, dass die Patienten noch zuverlässig einschätzen können, ob sie noch sicher fahren können.

15.6 Schlussfolgerungen

Es konnten keine Hinweise darauf gefunden werden, dass die Fahrsicherheit von Patienten, die an chronischen Schmerzen leiden und langfristig mit starken Opioiden behandelt werden, nachhaltig

beeinträchtigt ist. Zwar fanden sich gewisse Leistungsbeeinträchtigungen im Vergleich zu gesunden Fahrern, diese erreichten jedoch nicht das Ausmaß, das durch 0.5‰ Alkohol im Blut verursacht wird. Die durch Alkohol induzierte Leistungsbeeinträchtigung gesunder Fahrer wurde hier, gemäß den einschlägigen Empfehlungen, als Referenz herangezogen.

Da zur Prüfung der Fahrsicherheit das selbstberichtete Verhalten im Straßenverkehr, die Leistung in einer computerbasierten Testung sowie die Leistung in einem standardisierten Fahrversuch im Straßenverkehr untersucht wurde, basiert dieser Befund auf einer sehr umfassenden Untersuchung. Aufgrund der Zusammensetzung der Stichprobe gilt er jedoch nur für Schmerzpatienten, die bestimmte Voraussetzungen füllen. Ganz grundsätzlich müssen die Patienten bereits langfristig mit einer optimal auf ihre Bedürfnisse abgestimmten Medikation behandelt worden sein. Die Gewöhnung an die Nebenwirkungen der Medikamente muss in jedem Fall bereits abgeschlossen sein.

Im Detail gelten folgende Voraussetzungen:

- Es liegen chronische, nicht durch Krebs bedingte Schmerzen vor.
- Die Behandlung erfolgte seit mindestens vier Wochen mit transdermalem Fentanyl (z.B. Durogesic Smat®), transdermalem Buprenorphin (z.B. Transtec®), retardiertem Oxycodon (z.B. Oxygesic®), retardiertem Oxycodon mit Naloxon (z.B. Targin®), retardiertem Hydromorphon (z.B. Palladon®) oder retardiertem Morphin (z.B. MST®).
- Innerhalb von 14 Tagen wurde keine Änderung der Dosierung des Opioids oder der Begleitmedikation mehr vorgenommen.
- Die begleitende Einnahme von Antidepressiva und/oder Antikonvulsiva erfolgt in einer individuell optimierten und schmerztherapeutisch üblichen Dosierung.
- Es werden weder nicht-retardierte Opiode noch Alkohol konsumiert.
- Es liegen keine psychischen oder psychiatrischen Störungen vor.

Über diesen Befund hinaus, der sich aus den Daten dieses umfassenden Untersuchungsvorhabens ergibt, ist jedoch immer eine Einzelfallentscheidung anzuraten. Hierfür sprechen zum einen die recht großen interindividuellen Leistungsunterschiede der Patienten. Zum anderen muss davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse dieser Studie eher ein zu positives Bild der Fahrsicherheit zeichnen. Dies ist deshalb zu vermuten, weil sich die Rekrutierung der Patienten, trotz des sehr großen Einzugsgebiets der Schmerzzambulanz der Universitätsklinik Köln, sehr schwierig gestaltete. Weiterhin stellte sich im Verlauf der Rekrutierung heraus, dass ein beträchtlicher Anteil der Patienten, der die übrigen Einschlusskriterien erfüllte, nur noch sehr selten oder gar nicht mehr selbst Auto fuhr. Entsprechend konnten diese Patienten nicht in die Studie einbezogen werden. Von den Patienten, die selbst noch regelmäßig fuhren, lehnte ein beträchtlicher Anteil die Teilnahme ab. Als Gründe wurden der enorme zeitliche Aufwand und die zu erwartende Anstrengung angeführt. Vielfach zeigten sich die Patienten besorgt wegen der langen Fahrzeit nach Maastricht, dem Durchführungsort des Fahrversuchs. Auch die lange Zeit, die während des Fahrversuchs sitzend verbracht werden musste, schreckte viele der Patienten ab. Hierdurch wurde eine Verschlimmerung der Schmerzen befürchtet. Somit ist anzunehmen, dass nur Patienten teilnahmen, die einerseits sehr motiviert waren und andererseits auch keine Zweifel an ihrer Fahrsicherheit hegten.

Künftige Studien sollten daher so konzipiert werden, dass mit vertretbarem Aufwand eine deutlich größere Anzahl von Patienten einbezogen werden kann. Aufgrund der organisatorischen und regulatorischen Bedingungen, die mit der Durchführung von Fahrversuchen im Straßenverkehr verbunden sind, werden Fahrversuche in dem hier durchgeführten Umfang kaum machbar sein. Die computerbasierte Erfassung der Leistungsbereiche, die für das sichere Fahren relevant sind, stellt

daher aus pragmatischer Sicht eine Alternative dar. Da die hierfür verwendeten Verfahren, wie beispielsweise das Wiener Testsystem, jedoch durchaus kritisch gesehen werden, wäre die Durchführung von Fahrproben in Fahrsimulatoren von Vorteil. Ohne Gefährdung für die Patienten und die übrigen Verkehrsteilnehmer wäre es so möglich, auch das Verhalten in komplexen Verkehrssituationen zu untersuchen, was im Fahrversuch auf der Straße kaum möglich ist. Für die Durchführung von Fahrproben in Fahrsimulatoren stehen bereits validierte Verfahren zur Verfügung (z.B. Kenntner-Mabiala et al., 2011). Dass das Verhalten von Fahrern im Fahrsimulator auf deren Verhalten in realen Fahrzeugen, wenn auch mit Einschränkungen, übertragbar ist, gilt als bestätigt (Fisher, 2011; Helland et al., 2013; Shechtman et al., 2009).

Bei den bisher verfügbaren Studien lag der Fokus überwiegend auf der Untersuchung einzelner starker Opiode (z.B. Dagtekin et al., 2007; Gaertner et al., 2006; Menefee et al., 2004; Sabatowski et al., 2003; Vainio et al., 1995). Vermutlich war in diesen Studien eine ausreichende Fallzahl nur zu erreichen, in dem Schmerzpatienten gezielt auf die Studienmedikation eingestellt wurden. Die in der medizinischen Praxis bei chronischem Schmerz übliche Langzeitbehandlung mit einer individuell abgestimmten Kombination mehrerer Medikamente lag in diesen Studien somit nicht vor, oder sie wurde nicht berichtet. Für die behandelnden Ärzte und für ihre Patienten sind aber gerade hierzu Studienergebnisse besonders wichtig. So liegt der besondere Wert dieser Arbeit zum einen in der Zusammenstellung der untersuchten Patientengruppe. Sie zeichnet sich weiterhin dadurch aus, dass erstmalig die Fahrsicherheit dieser Patientengruppe so umfassend über die drei unterschiedlichen Zugänge Befragung, kognitive Leistungsmessung und Fahrversuch untersucht wurde.

16 Literatur

- af Wåhlberg, A. E. (2003). Some methodological deficiencies in studies on traffic accident predictors. *Accident Analysis & Prevention*, 35 (4), 473–486.
- Akerstedt, T. (2000). Consensus statement: fatigue and accidents in transport operations. *Journal of Sleep Research*, 9 (4), 395.
- Akerstedt, T. & Gillberg, M. (1990). Subjective and objective sleepiness in the active individual. *International Journal of Neuroscience*, 52 (1-2), 29–37.
- Albrecht, M. (2008). Projektvorstellung DRUID. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 133 Suppl 2, 45–46.
- Arndt, J. T., Wilde, G. J. S., Munt, P. W. & MacLean, A. W. (2001). How do prolonged wakefulness and alcohol compare in the decrements they produce on a simulated driving task? *Accident Analysis & Prevention*, 33 (3), 337–344.
- Bair, M. J., Robinson, R. L., Katon, W. & Kroenke, K. (2003). Depression and pain comorbidity: a literature review. *JAMA Internal Medicine*, 163 (20), 2433–2445.
- Baldock, M., Mathias, J., McLean, A. & Berndt, A. (2006). Self-regulation of driving and its relationship to driving ability among older adults. *Accident Analysis & Prevention*, 38 (5), 1038–1045.
- Barrett, P. R., Horne, J. A. & Reyner, L. A. (2005). Early evening low alcohol intake also worsens sleepiness-related driving impairment. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 20 (4), 287–290.
- BAST. (2010). *Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahrereignung* (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST), Mensch und Sicherheit, Heft M 115). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- BAST. (2011). *Begutachtung der Fahreignung 2010*. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST). Zugriff am 05.07.2012. Verfügbar unter www.bast.de/nn_42244/DE/Presse/Downloads/2011-14-langfassung-pressemitteilung.templateId=raw,property=publicationFile.pdf/2011-14-langfassung-pressemitteilung.pdf.
- Benkert, O., Gründer, G. & Holsboer, F. (Hrsg.). (2012). *Handbuch der Psychopharmakotherapie*. Berlin: Springer.
- Berghaus, G. (2008). Medicolegal aspects of driving ability and discussion of study methods. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 133 Suppl 2, 41–44.
- Berghaus, G. & Brenner-Hartmann, J. (2012). Fahrsicherheit und Fahreignung - Determinanten der Verkehrssicherheit. In B. Madea, F. Mußhoff & G. Berghaus (Hrsg.), *Verkehrsmedizin. Fahrsicherheit, Fahreignung, Unfallrekonstruktion* (S. 131–143). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Berghaus, G. & Hilgers, R. D. (2009). Measurement and methods to determine driving ability. In J. C. Verster, S. Pandi-Perumal, J. Ramaekers & J. de Gier (Hrsg.), *Drugs, driving, and traffic safety* (S. 59–74). Basel: Birkhäuser.
- Berghaus, G. & Krüger, H. P. (2012). Methoden epidemiologischer Forschung. In B. Madea, F. Mußhoff & G. Berghaus (Hrsg.), *Verkehrsmedizin. Fahrsicherheit, Fahreignung, Unfallrekonstruktion* (S. 11–24). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Berghaus, G., Käferstein, H. & Rothschild, M. A. (2006). Arzneimittel und Fahrsicherheit. *Deutsches Ärzteblatt*, 103 (31-32), A2104-A2109.
- Berghaus, G., Sticht, G. & Grellner, W. (2010). *Meta-analysis of empirical studies concerning the effects of medicines and illegal drugs including pharmacokinetics on safe driving*. DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) Deliverable 1.1.2b. Zugriff am 05.07.2012. Verfügbar unter www.druid-project.eu.

- Bernhoft, I. M., Hels, T., Lyckegaard, A., Houwing, S. & Verstraete, A. G. (2012). Prevalence and risk of injury in europe by driving with alcohol, illicit drugs and medicines. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 48, 2907–2916.
- Biehl, B. (2008). *LVT Linienverfolgungstest*. Mödling: Schuhfried.
- Bjelland, I., Dahl, A. A., Haug, T. T. & Neckelmann, D. (2002). The validity of the Hospital Anxiety and Depression Scale. An updated literature review. *Journal of Psychosomatic Research*, 52 (2), 69–77.
- BKK Bundesverband. (2011). *BKK Faktenspiegel 09/2011*. Zugriff am 23.06.2012. Verfügbar unter www.bkk.de/fileadmin/user_upload/PDF/Faktenspiegel/Aktuelle_Ausgaben/FS_1109_AU.pdf.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). (2010). *Mobilität in Deutschland 2008. Ergebnisbericht. Struktur – Aufkommen – Emissionen – Trends*. Zugriff am 28.06.2012. Verfügbar unter www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2008_Abschlussbericht_I.pdf.
- Böger, R. H. & Schmidt, G. (2011). Analgetika. In U. Schwabe & D. Paffrath (Hrsg.), *Arzneiverordnungs-Report 2011. Aktuelle Daten, Kosten, Trends und Kommentare* (S. 261–277). Berlin: Springer.
- Borkenstein, F. R., Crowther, R. F., Shumate, R. P., Zeil, W. B. & Zylman, R. (1974). The role of the drinking driver in traffic accidents (The Grand Rapids Study). *Blutalkohol*, 11 (Supl.), 1-131.
- Bortz, J. & Döring, N. (2009). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Bosker, W. M., Kuypers, K. P. C., Conen, S., Kauert, G. F., Toennes, S. W., Skopp, G. et al. (2012). MDMA (ecstasy) effects on actual driving performance before and after sleep deprivation, as function of dose and concentration in blood and oral fluid. *Psychopharmacology (Berl.)*, 222 (3), 367–376.
- Bosker, W. M., Kuypers, K. P. C., Theunissen, E. L., Surinx, A., Blankespoor, R. J., Skopp, G. et al. (2012). Medicinal Δ9-tetrahydrocannabinol (dronabinol) impairs on-the-road driving performance of occasional and heavy cannabis users but is not detected in Standard Field Sobriety Tests. *Addiction*, 107 (10), 1837–1844.
- Boudreau, D., Korff, M. von, Rutter, C. M., Saunders, K., Ray, G. T., Sullivan, M. D. et al. (2009). Trends in long-term opioid therapy for chronic non-cancer pain. *Pharmacoepidemiology and Drug Safety*, 18 (12), 1166–1175.
- Braun, B. & Marstedt, G. (2011). „Non-Compliance“ bei der Arzneimitteltherapie: Bessere Patienteninformationen sind überfällig. Gesundheitsmonitor: 2. Zugriff am 08.08.2012. Verfügbar unter www.bertelsmann-stiftung.de/cps/rde/xbcr/SID-58347861-97390491/bst/xcms_bst_dms_34634_34635_2.pdf.
- Breivik, H. (2005). Opioids in chronic non-cancer pain, indications and controversies. *European Journal of Pain*, 9 (2), 127–130.
- Breivik, H., Collett, B., Ventafridda, V., Cohen, R. & Gallacher, D. (2006). Survey of chronic pain in Europe: prevalence, impact on daily life, and treatment. *European Journal of Pain*, 10 (4), 287–333.
- Brenner-Hartmann, J. (2002). *Durchführung standardisierter Fahrverhaltensbeobachtungen im Rahmen der medizinisch-psychologischen Untersuchung (MPU)*, 38. BDP-Kongress für Verkehrspsychologie Universität Regensburg 2002, Arbeitsgruppe 15: Diagnostik. Zugriff am 10.07.2012. Verfügbar unter http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2006/741/pdf/brenner_01.pdf.
- Brookhuis, K. & Waard, D. de. (2010). Monitoring drivers' mental workload in driving simulators using physiological measures. *Accident Analysis & Prevention*, 42 (3), 898–903.
- Brookhuis, K. & de Waard, D. (2001). Assessment of drivers' workload: Performance, subjective and physiological indexes. In P. A. Hancock (Hrsg.), *Stress, workload, and fatigue* (Human factors in transportation, S. 321–333). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Brookhuis, K., de Waard, D. & Mulder, B. (1994). Measuring driving performance by car-following in traffic. *Ergonomics*, 37 (3), 427–434.
- Bruder, R. & Didier, M. (2012). Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen. In H. Winner, S. Hakuli & G. Wolf (Hrsg.), *Handbuch Fahrerassistenzsysteme* (S. 314–324). Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Brunnauer, A. & Laux, G. (2008). Psychopharmaka und Verkehrssicherheit. *Journal für Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie*, 9 (2), 31–34.
- Brunnauer, A., Laux, G., David, I., Fric, M., Hermisson, I. & Moller, H. J. (2008). The impact of reboxetine and mirtazapine on driving simulator performance and psychomotor function in depressed patients. *Journal of Clinical Psychiatry*, 69 (12), 1880–1886.
- Brunnauer, A., Laux, G., Geiger, E., Soyka, M. & Moller, H. J. (2006). Antidepressants and driving ability: results from a clinical study. *Journal of Clinical Psychiatry*, 67 (11), 1776–1781.
- Bühner, M. (2006). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* (2. Aufl.). München: Pearson.
- Bukasa, B. & Utzelmann, H. D. (2009). Psychologische Diagnostik der Fahreignung. In H.-P. Krüger (Hrsg.), *Anwendungsfelder der Verkehrspsychologie* (Enzyklopädie der Psychologie: Themenbereich D Praxisgebiete: Serie 6 Verkehrspsychologie, Bd. 2, S. 237–284). Göttingen: Hogrefe.
- Bukasa, B., Christ, R., Ponocny-Seliger, E., Smuc, M. & Wenninger, U. (2002). *Zweite Fahrverhaltensvalidierung der ART2020 Testverfahren* (38. BDP-Kongress für Verkehrspsychologie Universität Regensburg 2002, Arbeitsgruppe 15: Diagnostik). Saarbrücken: Universitäts- und Landesbibliothek.
- Bullinger, M. & Kirchberger, I. (1998). *Fragebogen zum Gesundheitszustand SF-36*. Göttingen: Hogrefe.
- Byas-Smith, M. G., Chapman, S. L., Reed, B. & Cotsonis, G. (2005). The effect of opioids on driving and psychomotor performance in patients with chronic pain. *Clinical Journal of Pain*, 21 (4), 345–352.
- Chaloupka, C. & Risser, R. (1995). Don't wait for accidents - possibilities to assess risk in traffic by applying the 'Wiener Fahrprobe'. *Safety Science* (19), 137–147.
- Chapman, C. R., Lipschitz, D. L., Angst, M. S., Chou, R., Denisco, R. C., Donaldson, G. W. et al. (2010). Opioid pharmacotherapy for chronic non-cancer pain in the United States: a research guideline for developing an evidence-base. *Journal of Pain*, 11 (9), 807–829.
- Charlton, J., Koppel, S., Odell, M., Devlin, A., Langord, J., O'Hare, M. et al. (2010). *Influence of chronic illness on crash involvement of motor vehicle drivers: 2nd edition*, Monash University Accident Research Centre. Zugriff am 26.07.2012. Verfügbar unter www.monash.edu.au/miri/research/reports/muarc300.pdf.
- Chou, R., Ballantyne, J. C., Fanciullo, G. J., Fine, P. G. & Miaskowski, C. (2009). Research gaps on use of opioids for chronic noncancer pain: findings from a review of the evidence for an American Pain Society and American Academy of Pain Medicine clinical practice guideline. *Journal of Pain*, 10 (2), 147–159.
- Clemens, K. E., Faust, M. & Jaspers, B. (2011). Opioid WHO-Stufe II oder Stufe III. *MMW - Fortschritte der Medizin*, 24-25, 52–55.
- Connor, J. L. (2009). The role of driver sleepiness in car crashes. In J. C. Verster, S. Pandi-Perumal, J. Ramaekers & J. de Gier (Hrsg.), *Drugs, driving, and traffic safety* (S. 187–205). Basel: Birkhäuser.
- Connor, J. L., Whitlock, G., Norton, R. & Jackson, R. (2001). The role of driver sleepiness in car crashes: a systematic review of epidemiological studies. *Accident Analysis & Prevention* (33), 31–41.
- Cummings, P., Koepsell T. D., Moffat J. M. & Rivara F. P. (2001). Drowsiness, counter-measures to drowsiness, and the risk of motor vehicle crash. *Injury prevention*, 7, 194–199.

- Dagtekin, O., Gerbershagen, H. J., Wagner, W., Petzke, F., Radbruch, L. & Sabatowski, R. (2007). Assessing cognitive and psychomotor performance under long-term treatment with transdermal buprenorphine in chronic noncancer pain patients. *Anesthesia & Analgesia*, 105 (5), 1442–1448.
- de Waard, D. (2005). *The measurement of drivers' mental workload*. University of Groningen. Zugriff am 09.01.2013. Verfügbar unter <http://dissertations.ub.rug.nl/faculties/gmw/1996/d.de.waard/?pLanguage=en>.
- Deutsche Schmerzgesellschaft. (2009). *Langzeitanwendung von Opioiden bei nicht tumorbedingten Schmerzen (LONTS)*. Zugriff am 20.06.2012. Verfügbar unter www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/041-003l.pdf.
- Deutsche Schmerzgesellschaft (2012). *Nationaler Aktionsplan*. Zugriff am 20.06.2012. Verfügbar unter www.dgss.org/nationaler-aktionsplan/.
- Drummer, O. H., Gerostamoulos, J., Batziris, H., Chu, M., Caplehorn, J., Robertson, M. D. et al. (2004). The involvement of drugs in drivers of motor vehicles killed in Australian road traffic crashes. *Accident Analysis & Prevention*, 36 (2), 239–248.
- Dubois, S., Bédard, M. & Weaver, B. (2010). The association between opioid analgesics and unsafe driving actions preceding fatal crashes. *Accident Analysis & Prevention*, 42 (1), 30–37.
- Deutscher Verkehrssicherheitsrat (DVR). (2012). *Unfälle unter Einfluss von Alkohol, Drogen, Rauschgift*. Zugriff am 29.07.2012. Verfügbar unter www.dvr.de/betriebe_bg/daten/unfallstatistiken143.htm.
- Europäische Beobachtungsstelle für Drogen und Drogensucht (EBDD). (2011). *Jahresbericht 2011: Stand der Drogenproblematik in Europa*. Zugriff am 05.08.2012. Verfügbar unter www.emcdda.europa.eu/attachements.cfm/att_143743_DE_EMCDDE_AR2011_DE.pdf.
- Eccleston, C. (1995). Chronic pain and distraction: an experimental investigation into the role of sustained and shifting attention in the processing of chronic persistent pain. *Behaviour Research and Therapy*, 33 (4), 391–405.
- Elsesser, K. & Sartory, G. (2009). Medikamentenabhängigkeit. In J. Margraf & S. Schneider (Hrsg.), *Lehrbuch der Verhaltenstherapie* (3. Aufl., Bd. 2, S. 383–406). Berlin: Springer.
- Elvik, R. (im Druck). Risk of road accident associated with the use of drugs: A systematic review and meta-analysis of evidence from epidemiological studies. *Accident Analysis & Prevention*.
- Endsley, M. R. (1995a). Measurement of situation awareness in dynamic systems. *Human factors*, 37 (1), 65–84.
- Endsley, M. R. (1995b). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human factors*, 37 (1), 32–64.
- Epstein, S. (1994). Integration of the cognitive and the psychodynamic unconscious. *American Psychologist*, 49 (8), 709–724.
- Europäische Kommission. (2001). *Weissbuch - Die europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft*. Zugriff am 20.06.2012. Verfügbar unter http://ec.europa.eu/transport/strategies/doc/2001_white_paper/lb_com_2001_0370_de.pdf.
- Europäische Kommission. (2011). *Weissbuch: Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum - Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem*. Zugriff am 20.06.2012. Verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:DE:PDF>.
- European Commission. (2011). *Road Safety 2011: How is your country doing?* Zugriff am 20.06.2012. Verfügbar unter www.ec.europa.eu/transport/road_safety/pdf/scoreboard_2011.pdf.
- Evers, C. (2010a). *Auswirkungen von Belastungen und Stress auf das Verkehrsverhalten von LKW Fahrern* (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Mensch und Sicherheit, M 204). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- Evers, C. (2010b). *Unfallursache Übermüdung - eine unterschätzte Gefahr*. 6. Gemeinsames Symposium DGVM und DGVP "Tagesschläfrigkeit - Gefahren und Konsequenzen für den

- Straßenverkehr“, Tübingen. Verfügbar unter www.dgvm-verkehrsmedizin.de/app/download/5784714595/Symposium_T%C3%BCbingen.pdf.
- Fairclough, S. H. & Graham, R. (1999). Impairment of driving performance caused by sleep deprivation or alcohol: a comparative study. *Human Factors*, 41 (1), 118–128.
- Fastenmeier, W. (1995). Die Verkehrssituation als Analyseeinheit im Verkehrssystem. In W. Fastenmeier (Hrsg.), *Autofahrer und Verkehrssituation. Neue Wege zur Bewertung von Sicherheit und Zuverlässigkeit moderner Straßenverkehrssysteme* (Mensch - Fahrzeug - Umwelt, Bd. 33, S. 27–78). Köln: Verlag TÜV Rheinland.
- Fillingim, R. B. (2000). Sex, gender, and pain: women and men really are different. *Current Review of Pain*, 4 (1), 24–30.
- Fillingim, R. B., King, C. D., Ribeiro-Dasilva, M. C., Rahim-Williams, B. & Riley, J. L. (2009). Sex, gender, and pain: a review of recent clinical and experimental findings. *Journal of Pain*, 10 (5), 447–485.
- Fishbain, D. A., Cole, B., Cutler, R. B., Lewis, J., Rosomoff, H. L. & Fosomoff, R. S. (2003). Is pain fatiguing? A structured evidence-based review. *Pain Medicine*, 4 (1), 51–62.
- Fishbain, D. A., Cutler, R. B., Rosomoff, H. L. & Rosomoff, R. S. (2002). Can patients taking opioids drive safely? A structured evidence-based review. *Journal of Pain and Palliative Care Pharmacotherapy*, 16 (1), 9–28.
- Fishbain, D. A., Rosomoff, R. S., Rosomoff, H. L. & Cutler, R. B. (2003). Are opioid-dependent/tolerant patients impaired in driving-related skills? A structured evidence-based review. *Journal of Pain and Symptom Management*, 25 (6), 559–577.
- Fisher, D. L. (2011). *Handbook of driving simulation for engineering, medicine, and psychology*. Boca Raton: CRC Press.
- Fishman, S. M., Ballantyne, J. C. & Rathmell, J. P. (Hrsg.). (2010). *Bonica's management of pain* (4. Aufl.). Baltimore, MD: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Forum Schmerz. (2012). *Schmerz in Zahlen*. Zugriff am 20.06.2012. Verfügbar unter www.forum-schmerz.de/zahlen.html.
- Freye, E. (2010). *Opiode in der Medizin* (8. Aufl.). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Fried, R., Petty, C. R., Surman, C. B., Reimer, B., Aleardi, M., Martin, J. M. et al. (2006). Characterizing impaired driving in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder: A controlled study. *Journal of Clinical Psychiatry*, 67 (4), 567–574.
- Fries, W., Wilkes, F. & Lössl, H. (2008). *Fahreignung bei Krankheit, Verletzung, Alter, Medikamenten, Alkohol und Drogen* (2. Aufl.). München: Beck.
- Fuller, R. (2005). Towards a general theory of driver behaviour. *Accident Analysis & Prevention*, 37 (3), 461–472.
- Fuller, R. (2011). Driver control theory. In B. E. Porter (Hrsg.), *Handbook of traffic psychology* (1. Aufl., S. 13–26). London: Academic Press.
- Furlan, A. D., Sandoval, J. A., Mailis-Gagnon, A. & Tunks, E. (2006). Opioids for chronic noncancer pain: a meta-analysis of effectiveness and side effects. *Canadian Medical Association journal*, 174 (11), 1589–1594.
- Gadegbeku, B., Amoros, E. & Laumon, B. (2011). Responsibility study: main illicit psychoactive substances among car drivers involved in fatal road crashes. *Annals of advances in automotive medicine*, 55, 293–300. Zugriff am 16.08.2012. Verfügbar unter www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3256820/pdf/file010final.pdf.
- Gaertner, J., Elsner, F., Radbruch, L., Kolibay, F., Theisohn, M., Berghaus, G. et al. (2008). Einfluss von Änderungen der Opioidtagesdosis auf fahrrelevante kognitive und psychomotorische Leistungen. *Schmerz*, 22 (4), 433–441.
- Gaertner, J., Radbruch, L., Giesecke, T., Gerbershagen, H., Petzke, F., Ostgathe, C. et al. (2006). Assessing cognition and psychomotor function under long-term treatment with controlled release oxycodone in non-cancer pain patients. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 50 (6), 664–672.

- Galski, T., Williams, J. B. & Ehle, H. T. (2000). Effects of opioids on driving ability. *Journal of Pain and Symptom Management*, 19 (3), 200–208.
- GCP-V. (2004). *Verordnung über die Anwendung der Guten Klinischen Praxis bei der Durchführung von klinischen Prüfungen mit Arzneimitteln zur Anwendung am Menschen*. Zugriff am 02.12.2012. Verfügbar unter www.gesetze-im-internet.de/gcp-v/BJNR208100004.html.
- Gier, J. J. de, Alvarez, F. J., Mercier-Guyon, C. & Verstraete, A. G. (2009). Prescribing and dispensing guidelines for medicinal drugs affecting driving performance. In J. C. Verster, S. Pandi-Perumal, J. Ramaekers & J. de Gier (Hrsg.), *Drugs, driving, and traffic safety* (S. 121–134). Basel: Birkhäuser.
- Gillberg, M., Kecklund, G. & Akerstedt, T. (1994). Relations between performance and subjective ratings of sleepiness during a night awake. *Sleep*, 17 (3), 236–241.
- Gjerde, H., Normann, P. T., Christophersen, A. S., Samuelsen, S. O. & Mørland, J. (2011). Alcohol, psychoactive drugs and fatal road traffic accidents in Norway: A case-control study. *Accident Analysis & Prevention*, 43 (3), 1197–1203.
- Golz, D., Huchler, S., Jörg, A. & Küst, J. (2004). Beurteilung der Fahreignung. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 15 (3), 157–167.
- Greenspan, J. D., Craft, R. M., LeResche, L., Arendt-Nielsen, L., Berkley, K. J., Fillingim, R. B. et al. (2007). Studying sex and gender differences in pain and analgesia: a consensus report. *Pain*, 132 Suppl 1, S26–45.
- Grellner, W. & Berghaus, G. (2012). Arzneimittel und Fahrsicherheit. In B. Madea, F. Mußhoff & G. Berghaus (Hrsg.), *Verkehrsmedizin. Fahrsicherheit, Fahreignung, Unfallrekonstruktion* (S. 553–572). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Grellner, W., Rettig-Stürmer, A., Kuhn-Becker, H. & Wilske, J. (2002). Daytime sleepiness and traffic-relevant psychophysical capability of patients with chronic pain under long-term therapy with opioids. In D. R. Mayhew & C. Dussault (Hrsg.), *Proceedings of the 16th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety* (S. 17–23). Québec: Société de l'assurance automobile.
- Gureje, O., Korff, M. von, Gregory, S. E. & Gater, R. (1998). Persistent pain and well-being: A world health organization study in primary care. *JAMA*, 280 (2), 147–151.
- Gureje, O., Simon, G. E. & Korff, M. von. (2001). A cross-national study of the course of persistent pain in primary care. *Pain*, 92 (1-2), 195–200.
- Hackenbroch, V. & Thimm, K. (2008). Volkskrankheit Schmerz. *Der Spiegel*, 36, 154–163.
- Hallvig, D., Anund, A., Fors, C., Kecklund, G., Karlsson, J. G., Wahde, M. et al. (2013). Sleepy driving on the real road and in the simulator—A comparison. *Accident Analysis & Prevention*, 50, 44–50.
- Hasenbring, M., Hallner, D. & Klasen, B. (2001). Psychologische Mechanismen im Prozess der Schmerzchronifizierung - Unter oder überbewertet? *Der Schmerz*, 15 (6), 442–447.
- Hedges, L. V. & Olkin, I. (1980). Vote-counting methods in research synthesis. *Psychological Bulletin*, 88 (2), 359–369.
- Heinrich, H. C., Bartmann, A., Hoffmann, H. & Weinand, M. (2009). Qualitätssicherung verkehrspsychologischer Diagnostik und Intervention. In H.-P. Krüger (Hrsg.), *Anwendungsfelder der Verkehrspsychologie* (Enzyklopädie der Psychologie: Themenbereich D Praxisgebiete: Serie 6 Verkehrspsychologie, Bd. 2, S. 359–392). Göttingen: Hogrefe.
- Helland, A., Jenssen, G. D., Lervåg, L.-E., Westin, A. A., Moen, T., Sakshaug, K. et al. (2013). Comparison of driving simulator performance with real driving after alcohol intake: A randomised, single blind, placebo-controlled, cross-over trial. *Accident Analysis & Prevention*, 53, 9–16.
- Hels, T., Bernhoft, I. M., Lyckegaard, A., Houwing, S., Hagenzieker, M., Legrand, S.-A. et al. (2011). *Risk of injury by driving with alcohol and other drugs*. DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) Deliverable 2.3.5. Zugriff am 05.07.2012. Verfügbar unter www.druid-project.eu.

- Hendricks, D., Freedman, M., Zador, P. & Fell, J. (2001). *The relative frequency of unsafe driving acts in serious traffic crashes*. Washington: U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
- Herberg, K. W. (1994). Antidepressiva und Verkehrssicherheit. *Fortschritte der Neurologie · Psychiatrie*, 62 Suppl 1, 24–28.
- Hergovich, A., Arendasy, M., Sommer, M. & Bogner, B. (2007). *WRBTV Wiener Risikobereitschaftstest Verkehr*. Mödling: Schuhfried.
- Herrmann-Lingen, C., Buss, U. & Snaith, R. P. (2008). *HADS-D. Hospital Anxiety and Depression Scale - Deutsche Version* (2. Aufl.). Bern: Huber.
- Hills, B. L. (1980). Vision, visibility, and perception in driving. *Perception*, 9 (2), 183-216.
- Hockey, G. R. (1997). Compensatory control in the regulation of human performance under stress and high workload; a cognitive-energetical framework. *Biological Psychology*, 45 (1-3), 73–93.
- Hollnagel, E. & Woods, D. D. (2005). *Joint cognitive systems. Foundations of cognitive systems engineering*. Boca Raton: Taylor & Francis.
- Holte, H. (2012). *Einflussfaktoren auf das Fahrverhalten und Unfallrisiko junger Fahrerinnen und Fahrer* (Inaugural-Dissertation). Bonn: Philosophische Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität. Zugriff am 21.07.2012. Verfügbar unter <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2012/2859/2859.pdf>.
- Holte, H. (2011). Alters- und krankheitsbedingtes Unfallrisiko. In G. Rudinger & K. Kocherscheid (Hrsg.), *Ältere Verkehrsteilnehmer - Gefährdet oder gefährlich? Defizite, Kompensationsmechanismen und Präventionsmöglichkeiten* (S. 61–84). Göttingen: V&R unipress.
- Horne, J. A. & Reyner, L. A. (1995). Sleep related vehicle accidents. *British Medical Journal*, 310 (4), 565–567.
- Horne, J. A., Reyner, L. A. & Barrett, P. R. (2003). Driving impairment due to sleepiness is exacerbated by low alcohol intake. *Occupational and Environmental Medicine*, 60 (9), 689–692.
- Horrey, W. J., Wickens, C. D. & Consalus, K. P. (2006). Modeling drivers' visual attention allocation while interacting with in-vehicle technologies. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 12 (2), 67–78.
- Houwing, S., Hagenzieker, M., Mathijssen, R., Bernhoft, I. M., Hels, T., Janstrup, K. et al. (2011). *Prevalence of alcohol and other psychoactive substances in drivers in general traffic*. DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) Deliverable 2.2.3. Zugriff am 05.07.2012. Verfügbar unter www.druid-project.eu.
- Huemer, A. K. & Vollrath, M. (2012). *Ablenkung durch fahrfremde Tätigkeiten. Machbarkeitsstudie* (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST), Mensch und Sicherheit, M225). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- Hutter, M. (1997). *VPT.2 - verkehrsbezogener Persönlichkeitstest*. (2. überarb. u. erg. Aufl.). Wien: Kuratorium für Verkehrssicherheit.
- Hutter, M. (2000). *TAAK. Testverfahren für alkoholauffällige Kraftfahrer*. Wien: Kuratorium für Verkehrssicherheit.
- Hutter, M. & Brandstätter, C. (1996). *Neue Testanalysen zu FRF und VIP*. Wien: Kuratorium für Verkehrssicherheit.
- International Council on Alcohol, Drugs and Traffic Safety (ICADTS). (1999). Guidelines on experimental studies undertaken to determine a medicinal drug's effect on driving or skills related to driving. Zugriff am 20.06.2012. Verfügbar unter www.agnp.de/AGNP-Homepage-Dateien/Arbeitsgruppen/AG_Verkehr_icadts.htm.
- Jamison, R. N., Schein, J. R., Vallow, S., Ascher, S., Vorsanger, G. J. & Katz, N. P. (2003). Neuropsychological effects of long-term opioid use in chronic pain patients. *Journal of Pain and Symptom Management*, 26 (4), 913–921.
- Jantos, R. & Skopp, G. (2011). Blood to serum ratios of hypnotics, opioid and non-opioid analgesics as well as antipsychotics and amphetamine-like drugs and their analysis in dried blood spots. In J.

- G. Ramaekers (Hrsg.), *Effects of medicinal drugs on actual and simulated driving* (S. 227–250). DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) Deliverable 1.2.2. Zugriff am 05.07.2012. Verfügbar unter www.druid-project.eu.
- Jantos, R., Schuhmacher, M., Veldstra, J. L., Bosker, W. M., Klöpping-Ketelaars, I., Toulou, K. et al. (2011). Bestimmung der Blut/Serum-Verhältnisse verschiedener forensisch relevanter Analyten in authentischen Proben. *Arch Kriminol*, 227 (5-6), 188–203.
- Jasper, H. (1958) The ten-twenty system of the international federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371–375.
- Kaida, K., Takahashi, M., Akerstedt, T., Nakata, A., Otsuka, Y., Haratani, T. et al. (2006). Validation of the Karolinska sleepiness scale against performance and EEG variables. *Clinical Neurophysiology*, 117 (7), 1574–1581.
- Kalso, E., Edwards, J. E., Moore, R. A. & McQuay, H. J. (2004). Opioids in chronic non-cancer pain: systematic review of efficacy and safety. *Pain*, 112 (3), 372–380.
- Kamboj, S. K., Tookman, A., Jones, L. & Curran, H. V. (2005). The effects of immediate-release morphine on cognitive functioning in patients receiving chronic opioid therapy in palliative care. *Pain*, 117 (3), 388–395.
- Karner, T. & Biehl, B. (2001). Über die Zusammenhänge verschiedener Versionen von Leistungstests im Rahmen der verkehrspsychologischen Diagnostik. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit* (2), 53–63.
- Kaussner, Y. (2007). *Fahrtauglichkeit bei M. Parkinson* (Inaugural-Dissertation). Würzburg: Julius-Maximilians-Universität, Philosophische Fakultät III. Zugriff am 13.08.2012. Verfügbar unter http://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de/volltexte/2007/2250/pdf/Dissertation_Yvonne_Kaussner.pdf.
- Kaussner, Y. & Krüger, H.-P. (2012). Psychopharmaka und Fahrtüchtigkeit. In O. Benkert, G. Gründer & F. Holsboer (Hrsg.), *Handbuch der Psychopharmakotherapie* (S. 1217–1227). Berlin: Springer.
- Kaussner, Y., Kenntner-Mabiala, R., Hoffmann, S. & Jagiellowicz, M. (2012). *Der Einfluss verschiedener Blutalkoholkonzentrationen auf die Fahrleistung im Würzburger Fahrsimulator. Eine Referenzstudie zur Beurteilung der klinischen Relevanz von Medikamentenwirkungen auf die Fahrleistung*. Würzburg: WIVW GmbH.
- Kaussner, Y., Kenntner-Mabiala, R., Hoffmann, S., Klatt, J., Tracik, F. & Krüger, H.-P. (2010). Effects of oxcarbazepine and carbamazepine on driving ability: a double-blind, randomized crossover trial with healthy volunteers. *Psychopharmacology (Berl.)*, 210 (1), 53–63.
- Kendall, S. E., Sjøgren, P., Pimenta, C. A. M. de, Højsted, J. & Kurita, G. P. (2010). The cognitive effects of opioids in chronic non-cancer pain. *Pain*, 150 (2), 225–230.
- Kenntner-Mabiala, R., Kaussner, Y., Jagiellowicz, M., Hoffmann, S. & Krüger, H. P. (2011). Validation of clinical findings regarding traffic safety of medical drugs by means of a comparison with driving impairments under the influence of specific blood alcohol concentrations. *Pharmacopsychiatry*, 44 (6), 297.
- Kleibelsberg, D. (1982). *Verkehrspsychologie*. Berlin: Springer.
- Klem, G. H., Lüders, H. O., Jasper, H. H. & Elger, C. (1999). The ten-twenty electrode system of the International Federation. The International Federation of Clinical Neurophysiology. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology Supplement*, 52, 3–6.
- Klimmt, C. & Maurer, M. (2012). *Evaluation der bundesweiten Verkehrssicherheitskampagne "Runter vom Gas!"* (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Mensch und Sicherheit, M 223). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- Kreienbrock, L., Ahrens, W. & Pigeot, I. (2011). *Epidemiologische Methoden* (5. Aufl.). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Kroj, G. & Pfeiffer, G. (1973). *Der Kölner Fahrverhaltens-Test (K-F-V-T). Erfahrungen mit einer Fahrprobe im Rahmen der verkehrspsychologischen Eignungsbegutachtung* (Faktor Mensch im Verkehr, Bd. 21). Frankfurt a. M: Tetzlaff.

- Kröner-Herwig, B. (2009). Chronischer Schmerz. In J. Margraf & S. Schneider (Hrsg.), *Lehrbuch der Verhaltenstherapie* (3. Aufl., Bd. 2, S. 265–280). Berlin: Springer.
- Krüger, H. P. (2008). *Situationsbewusstsein - Ein Begriff auf der Suche nach seinem Inhalt. Vortrag im Rahmen des Symposium "Das Konzept "Situationsbewusstsein" und seine Anwendung in Fahr- und Flugsicherheit" am 12. März 2008 in Bergisch Gladbach*. Zugriff am 18.10.2012. Verfügbar unter www.bast.de/nn_789794/DE/Publikationen/Veranstaltungen/F4-Situationsbewusstsein-2008/symposium-situationsbewusstsein.html.
- Krüger, H. P. & Vollrath, M. (1998). Fahren unter Alkohol in Deutschland. Die Ergebnisse des Deutschen Roadside Surveys. In H.-P. Krüger (Hrsg.), *Fahren unter Alkohol in Deutschland* (S. 33–57). Stuttgart: G. Fischer.
- Krüger, H. P. & Vollrath, M. (2004). The alcohol-related accident risk in Germany: procedure, methods and results. *Accident Analysis & Prevention*, 36 (1), 125–133.
- Krüger, H. P. & Vollrath, M. (2009). Psychotrope Substanzen im Straßenverkehr. In H.-P. Krüger (Hrsg.), *Anwendungsfelder der Verkehrspsychologie* (Enzyklopädie der Psychologie: Themenbereich D Praxisgebiete: Serie 6 Verkehrspsychologie, Bd. 2, S. 441–466). Göttingen: Hogrefe.
- Kubitzki, J. (1997). *Charakteristische Merkmale der Kraftfahrtauglichkeit von Methadonpatienten* (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Mensch und Sicherheit, M 76). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- Kuhajda, M. C., Thorn, B. E., Klinger, M. R. & Rubin, N. J. (2002). The effect of headache pain on attention (encoding) and memory (recognition). *Pain*, 97 (3), 213–221.
- Kuypers, K. P. C., Samyn, N. & Ramaekers, J. G. (2006). MDMA and alcohol effects, combined and alone, on objective and subjective measures of actual driving performance and psychomotor function. *Psychopharmacology (Berl.)*, 187 (4), 467–475.
- Lagarde, E., Chastang, J.-F., Lafont, S., Coeuret-Pellicer, M. & Chiron, M. (2005). Pain and pain treatment were associated with traffic accident involvement in a cohort of middle-aged workers. *Journal of Clinical Epidemiology*, 58 (5), 524–531.
- Lajunen, T. & Summala, H. (2003). Can we trust self-reports of driving? Effects of impression management on driver behaviour questionnaire responses. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 6 (2), 97–107.
- Lajunen, T., Parker, D. & Summala, H. (2004). The Manchester Driver Behaviour Questionnaire: a cross-cultural study. *Accident Analysis & Prevention*, 36 (2), 231–238.
- Langwieder, K., Spörner, A. & Hell, W. (1994). *Struktur der Unfälle mit Getöteten auf Autobahnen im Freistaat Bayern im Jahr 1991*. München: HUK-Verband.
- Lawton, R., Parker, D., Manstead, A. S. R. & Stradling, S. G. (1997). The role of affect in predicting social behaviors: the case of road traffic violations. *Journal of Applied Social Psychology*, 27 (14), 1258–1276.
- Lenné, M. G., Triggs, T. J. & Redman, J. R. (1997). Time of day variations in driving performance. *Fatigue and Transport*, 29 (4), 431–437.
- LeRoy, A. A. & Morse, M. L. (2008). *Multiple medications and vehicle crashes: Analysis of databases* (Report No. DOT HS 810 858). Washington: U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
- Leung, S. Y. (2011). Benzodiazepines, opioids and driving: an overview of the experimental research. *Drug and Alcohol Review*, 30 (3), 281–286.
- Lewis-Evans, B., Waard, D. de & Brookhuis, K. A. (2011). Speed maintenance under cognitive load – Implications for theories of driver behaviour. *Accident Analysis & Prevention*, 43 (4), 1497–1507.
- Li, G., Brady, J. E. & Chen, Q. (im Druck). Drug use and fatal motor vehicle crashes: A case-control study. *Accident Analysis and Prevention*.
- Loeser, J. D. & Melzack, R. (1999). Pain: an overview. *Lancet*, 353 (9164), 1607–1609.

- Louwerens, J., Gloerich, A., De Vries, G., Brookhuis, K. & O'Hanlon, J. (1987). The relationship between drivers' blood alcohol concentration (BAC) and actual driving performance during high speed travel. *Alcohol Drugs Traffic Safety*, 86, 183–186.
- Mailis-Gagnon, A., Lakha, S. F., Furlan, A., Nicholson, K., Yegneswaran, B. & Sabatowski, R. (2012). Systematic review of the quality and generalizability of studies on the effects of opioids on driving and cognitive/psychomotor performance. *The Clinical Journal of Pain*, 28 (6), 542–555.
- Mailis-Gagnon, A., Lakha, S. F., Ou, T., Louffat, A., Yegneswaran, B., Umana, M. et al. (2011). Chronic noncancer pain: Characteristics of patients prescribed opioids by community physicians and referred to a tertiary pain clinic. *Canadian Family Physician*, 57 (3), 97–105.
- Marazziti, D., Consoli, G., Picchetti, M., Carlini, M. & Faravelli, L. (2010). Cognitive impairment in major depression. *European Journal of Pharmacology*, 626 (1), 83–86.
- May, J. F. & Baldwin, C. L. (2009). Driver fatigue: The importance of identifying causal factors of fatigue when considering detection and countermeasure technologies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 12 (3), 218–224.
- McClintock, S. M., Husain, M. M., Greer, T. L. & Cullum, C. M. (2010). Association between depression severity and neurocognitive function in major depressive disorder: A review and synthesis. *Neuropsychology*, 24 (1), 9–34.
- McCracken, L. M. & Iverson, G. L. (2001). Predicting complaints of impaired cognitive functioning in patients with chronic pain. *Journal of Pain and Symptom Management*, 21 (5), 392–396.
- McQuay, H. (1999). Opioids in pain management. *Lancet*, 353 (9171), 2229–2232.
- McWilliams, L. A., Goodwin, R. D. & Cox, B. J. (2004). Depression and anxiety associated with three pain conditions: results from a nationally representative sample. *Pain*, 111 (1-2), 77–83.
- Meijman, T. F., de Vries-Griever, A. H. & de Vries, G. (1988). *The evaluation of the Groningen Sleep Quality Scale* (HB 88-13-EX). Groningen: Heymans Bulletin.
- Melzack, R. & Wall, P. D. (1965). Pain mechanisms: a new theory. *Science*, 150 (3699), 971–979.
- Menefee, L. A., Frank, E. D., Crerand, C., Jalali, S., Park, J., Sanschagrin, K. et al. (2004). The effects of transdermal fentanyl on driving, cognitive performance, and balance in patients with chronic nonmalignant pain conditions. *Pain Medicine*, 5 (1), 42–49.
- Merskey, H. & Bogduk, N. (1994). *Classification of chronic pain. Descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms* (2. Aufl.). Seattle: IASP Press.
- Michon, J. A. (1985). A critical view of driver behavior models: what do we know, what should we do? In L. Evans & R. C. Schwing (Hrsg.), *Human Behavior and Traffic Safety* (S. 485–524). New York: Plenum Press.
- Mogil, J. S., Yu, L. & Basbaum, A. I. (2000). Pain genes? Natural variation and transgenic mutants. *Annual Review of Neuroscience*, 23, 777–811.
- Moldofsky, H. (2001). Sleep and pain. *Sleep Medicine Reviews*, 5 (5), 385–396.
- Molnar, L. J., Eby, D. W., Charlton, J. L., Langford, J., Koppel, S., Marshall, S. et al. (2013). Driving avoidance by older adults: Is it always self-regulation? *Accident Analysis & Prevention*, 57 (0), 96–104.
- Monárrez-Espino, J., Möller, J., Berg, H.-Y., Kalani, M. & Laflamme, L. (2013). Analgesics and road traffic crashes in senior drivers: An epidemiological review and explorative meta-analysis on opioids. *Accident Analysis & Prevention*, 57 (0), 157–164.
- Moore, D. J., Keogh, E. & Eccleston, C. (2012). The interruptive effect of pain on attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65 (3), 565–586.
- Moore, R. A. & McQuay, H. J. (2005). Prevalence of opioid adverse events in chronic non-malignant pain: systematic review of randomised trials of oral opioids. *Arthritis Research & Therapy*, 7 (5), 1046–1051.
- Morley, S., Eccleston, C. & Williams, A. (1999). Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials of cognitive behaviour therapy and behaviour therapy for chronic pain in adults, excluding headache. *Pain*, 80 (1-2), 1–13.

- Moskowitz, H. & Dary, F. (2000). *A Review of the literature on the effects of low doses of alcohol on driving-related skills*. Washington: National Highway Traffic Safety Administration. Zugriff am 09.11.2013. Verfügbar unter www.nhtsa.gov/people/injury/research/pub/hs809028/title.htm.
- Moskowitz, H. & Fiorentino, D. (2000). *A review of the literature on the effects of low doses of alcohol on driving-related skills*. Washington: National Highway Traffic Safety Administration. Zugriff am 04.08.2012. Verfügbar unter www.nhtsa.gov/people/injury/research/pub/hs809028/title.htm.
- Movig, K., Mathijssen, M., Nagel, P., van Egmond, T., Gier, J. de, Leufkens, H. et al. (2004). Psychoactive substance use and the risk of motor vehicle accidents. *Accident Analysis & Prevention*, 36 (4), 631–636.
- Müller-Schwefe, G. H. H. (2012). Patientenerwartungen und Versorgungsrealität. Ergebnisse der Patienten-Präferenz-Umfrage PARES. *MMW - Fortschritte der Medizin* (Ergänzungsband 1), 22–25.
- Mutschler, E., Geisslinger, G., Kroemer, H. K. & Schäfer-Korting, M. (2001). *Arzneimittelwirkungen*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
- National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2013). *Visual-Manual NHTSA driver distraction guidelines for in-vehicle electronic devices*. Zugriff am 21.06.2013. Verfügbar unter www.nhtsa.gov/staticfiles/nti/distracted_driving/pdf/distracted_guidelines-FR_04232013.pdf.
- Naumann, R. B., Dellinger, A. M. & Kresnow, M.-j. (2011). Driving self-restriction in high-risk conditions: how do older drivers compare to others? *Journal of Safety Research*, 42 (1), 67–71.
- Neuwirth, W. & Benesch, M. (2007). *DT Determinationstest*. Mödling: Schuhfried.
- Nickel, R. & Raspe, H. H. (2001). Chronischer Schmerz: Epidemiologie und Inanspruchnahme. *Nervenarzt* (72), 897–906.
- Nielson, W. R. & Weir, R. (2001). Biopsychosocial approaches to the treatment of chronic pain. *Clinical Journal of Pain*, 17 (4 Suppl), 114–27.
- Nilsen, H. K., Landrø, N. I., Kaasa, S., Jenssen, G. D., Fayers, P. & Borchgrevink, P. C. (2011). Driving functions in a video simulator in chronic non-malignant pain patients using and not using codeine. *European Journal of Pain*, 15 (4), 409–415.
- Noble, M., Treadwell, J. R., Tregear, S. J., Coates, V. H., Wiffen, P. J., Akafomo, C. et al. (2010). Long-term opioid management for chronic noncancer pain. *Cochrane Database Systematic Review* (1), CD006605.
- O'Donnell, R. D. & Eggemeier, F. (1986). Workload assessment methodology. In K. R. Boff, L. Kaufman & J. P. Thomas (Hrsg.), *Handbook of perception and human performance. Volume II: Cognitive Processes and Performance* (S. 1–49). New York: Wiley.
- Ogden, E. J. D. & Moskowitz, H. (2004). Effects of alcohol and other drugs on driver performance. *Traffic Injury Prevention*, 5, 185–198.
- O'Hanlon, J. F. (1984). Driving performance under the influence of drugs: rationale for, and application of, a new test. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 18 Suppl 1, 121–S129.
- Orriols, L., Delorme, B., Gadegbeku, B., Tricotel, A., Contrand, B., Laumon, B. et al. (2010). Prescription medicines and the risk of road traffic crashes: a French registry-based study. *PLoS Medicine*, 7 (11), e1000366. Zugriff am 14.08.2012. Verfügbar unter www.plosmedicine.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pmed.1000366.
- Orriols, L., Salmi, L.-R., Philip, P., Moore, N., Delorme, B., Castot, A. et al. (2009). The impact of medicinal drugs on traffic safety: a systematic review of epidemiological studies. *Pharmacoepidemiology and Drug Safety*, 18 (8), 647–658.
- Özkan, T. & Lajunen, T. (2005). A new addition to DBQ: Positive Driver Behaviours Scale. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 8 (45), 355–368.
- Özkan, T., Lajunen, T. & Summala, H. (2006). Driver Behaviour Questionnaire: a follow-up study. *Accident Analysis & Prevention*, 38 (2), 386–395.

- Özkan, T., Lajunen, T., Chliaoutakis, J. E., Parker, D. & Summala, H. (2006). Cross-cultural differences in driving behaviours: A comparison of six countries. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 9 (3), 227–242.
- Parker, D., McDonald, L., Rabbitt, P. & Sutcliffe, P. (2000). Elderly drivers and their accidents: the Aging Driver Questionnaire. *Accident Analysis & Prevention*, 32 (6), 751–759.
- Parker, D., Reason, J. T., Manstead, A. S. R. & Stradling, S. G. (1995). Driving errors, driving violations and accident involvement. *Ergonomics*, 38, 1036–1048.
- Penning, R., Veldstra, J. L., Daamen, A. P., Olivier, B. & Verster, J. C. (2010). Drugs of abuse, driving and traffic safety. *Current Drug Abuse Reviews*, 3 (1), 23–32.
- Picton, T. W. (1992). The P300 wave of the human event-related potential. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 9 (4), 456–479.
- Podda, F. (2012). *Drink driving: towards zero tolerance*. Brussels: European Transport Safety Council. Zugriff am 18.07.2012. Verfügbar unter www.etsc.eu/documents/Drink_Driving_Towards_Zero_Tolerance.pdf.
- Poschadel, S., Falkenstein, M., Pappachan, P., Poll, E. & Hinckeldey, K. W. (2009). *Testverfahren zur psychometrischen Leistungsprüfung der Fahreignung* (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Mensch und Sicherheit, M 203). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- Prieler, J. (2008). *RT Reaktionstest*. Mödling: Schuhfried.
- Puhr, U. (2008a). *2HAND Zweihand Koordination*. Mödling: Schuhfried.
- Puhr, U. (2008b). *VIGIL Vigilanz (Manual)*. Mödling: Schuhfried.
- Radbruch, L., Loick, G., Kiencke, P., Lindena, G., Sabatowski, R., Grond, S. et al. (1999). Validation of the German version of the Brief Pain Inventory. *Journal of Pain and Symptom Management*, 18 (3), 180–187.
- Raes, E., van den Neste, T. & Verstraete, A. G. (2008). *Drug use, impaired driving and traffic accidents* (EMCDDA Insights: 8). Lissabon: European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction. Zugriff am 20.06.2012. Verfügbar unter www.emcdda.europa.eu/publications/insights/driving.
- Ramaekers, J. G. (2003). Antidepressants and driver impairment: empirical evidence from a standard on-the-road test. *J Clin Psychiatry*, 64 (1), 20–29.
- Ramaekers, J. G. (Hrsg.). (2011a). *Effects of medicinal drugs on actual and simulated driving*. DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) Deliverable 1.2.2. Zugriff am 21.06.2012. Verfügbar unter www.druid-project.eu.
- Ramaekers, J. G. (Hrsg.). (2011b). *Effects of stimulant drugs on actual and simulated driving*. DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) Deliverable 1.2.1. Zugriff am 21.06.2012. Verfügbar unter www.druid-project.eu.
- Ramaekers, J. G., Lamers, C. T. J., Verhey, F., Muntjewerff, N. D., Mobbs, E., Sanders, N. et al. (2002). A comparative study of the effects of carbamazepine and the NMDA receptor antagonist remacemide on road tracking and car-following performance in actual traffic. *Psychopharmacology*, 159, 203–210.
- Ranney, T. A. (1994). Models of driving behavior: A review of their evolution. *Accident Analysis & Prevention*, 26 (6), 733–750.
- Ranney, T. A., Baldwin, S., Parmer, E., Martin, J. & Mazzae, E. N. (2011). *Distraction effects of manual number and text entry while driving*. (DOT HS 811 510). East Liberty, OH: National Highway Traffic Safety Administration Vehicle Research and Test Center.
- Rapoport, M. J. & Banina, M. C. (2007). Impact of psychotropic medications on simulated driving: a critical review. *CNS Drugs*, 21 (6), 503–519.
- Rasmussen, J. (1987). The definition of human error and a taxonomy for technical system design. In J. Rasmussen, K. Duncan & J. Leplat (Hrsg.), *New technology and human error* (S. 23–30). Chichester: Wiley.
- Reason, J. (1990). *Human Error*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Reason, J. T., Manstead, A., Stradling, S., Baxter, J. & Campbell, K. (1990). Errors and violations on the roads: a real distinction? *Ergonomics*, 33, 1315–1332.
- Reinecke, H. & Sorgatz, H. (2009). S3-Leitlinie LONTs. Langzeitanwendung von Opioiden bei nicht tumorbedingten Schmerzen. *Der Schmerz*, 5 (23), 440–447.
- Risser, R. & Brandstätter, C. (1985). *Die Wiener Fahrprobe* (Kleine Fachbuchreihe des Kuratoriums für Verkehrssicherheit, Bd. 21). Wien: Literas.
- Roditi, D. & Robinson, M. E. (2011). The role of psychological interventions in the management of patients with chronic pain. *Psychology Research and Behavior Management*, 4, 41–49.
- Rosenblum, A., Marsch, L. A., Joseph, H. & Portenoy, R. K. (2008). Opioids and the treatment of chronic pain: controversies, current status, and future directions. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 16 (5), 405–416.
- Rumar, K. (1985). The role of perceptual and cognitive filters in observed behavior. In L. Evans & R. C. Schwing (Hrsg.), *Human Behavior and Traffic Safety*. New York: Plenum Press.
- Sabatowski, R. (2008a). Fahrsicherheit unter Opioiden - aktuelle Studienlage. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 133 (24), 25–28 [Themenheft].
- Sabatowski, R. (Hrsg.). (2008b) Fahrsicherheit bei chronischen Schmerzen [Themenheft]. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 133 (24).
- Sabatowski, R., Berghaus, G., Lorenz, J., Bingel, U., Brunnauer, A., Strumpf, M. et al. (2008). Aktueller Stand der Beurteilung des Opioidinflusses auf die Fahrsicherheit. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 133 (24), 47–50 [Themenheft].
- Sabatowski, R., Schwalen, S., Rettig, K., Herberg, K. W., Kasper, S. M. & Radbruch, L. (2003). Driving ability under long-term treatment with transdermal fentanyl. *Journal of Pain and Symptom Management*, 25 (1), 38–47.
- Sarter, N. B. & Woods, D. D. (1991). Situation Awareness: A critical but ill-defined phenomenon. *The International Journal of Aviation Psychology*, 1 (1), 45–57.
- Schandry, R. (2011). *Biologische Psychologie* (3. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Schiltenswolf, M. & Henningsen, P. (2006). *Muskuloskelettale Schmerzen. Diagnostizieren und Therapieren nach biopsychosozialem Konzept*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Schmidt, E. A., Schrauf, M., Simon, M., Buchner, A. & Kincses, W. E. (2011). The short-term effect of verbally assessing drivers' state on vigilance indices during monotonous daytime driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 14 (3), 251–260.
- Schmidt, E. A., Schrauf, M., Simon, M., Fritzsche, M., Buchner, A. & Kincses, W. E. (2009). Drivers' misjudgement of vigilance state during prolonged monotonous daytime driving. *Accident Analysis & Prevention*, 41 (5), 1087–1093.
- Schmidt, H., Lowenstein, O., Hesselbarth, S., Klinge, V. & Michels, H. (2010). [S3 guidelines LONTs (Long-term administration of opioids for non-tumor pain)]. *Der Schmerz*, 24 (1), 71–72.
- Schnabel, E., Hargutt, V. & Krüger, H. P. (2010). *Meta-analysis of empirical studies concerning the effects of alcohol on safe driving*. DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) Deliverable 1.1.2a. Zugriff am 05.07.2012. Verfügbar unter www.druid-project.eu.
- Schubert, I., Ihle, P. & Sabatowski, R. (2013). Increase in opiate prescription in Germany between 2000 and 2010: a study based on insurance data. *Deutsches Ärzteblatt International*, 110 (4), 45–51.
- Schubert, W., Schneider W., Eisenmenger, W. & Stephan, E. (Hrsg.). (2005). *Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung. Kommentar* (2. Aufl.). Bonn: Kirschbaum.
- Schug, S. A., Zech, D. & Dörr, U. (1990). Cancer pain management according to WHO analgesic guidelines. *Journal of Pain and Symptom Management*, 5 (1), 27–32.
- Schuhfried GmbH. (2009). *Testbatterie nach FeV Anlage 5 Nr. 2: Bedienungsanleitung*. Mödling: Schuhfried.
- Schuhfried, G. (2009). *ATAVT - Adaptiver Tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest*. Mödling: Schuhfried.

- Schulze, H., Schumacher, M., Urmeew, R. & Auerbach, K. (2012). *Final report: Work performed, main results and recommendations*. DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) Deliverable 0.1.8. Zugriff am 05.07.2012. Verfügbar unter www.druid-project.eu.
- Schumacher, M., Knoche, A., Jantos, R., Kaiser, M., Sabatowski, R. & Petzke, F. (2011). Einfluss von Opioiden auf verkehrsrelevante Leistungen. *Der Schmerz*, 25, Supplement 1, 148.
- Schumacher, M., Knoche, A., Vollrath, M., Jantos, R., Vuurman, E., Petzke, F. et al. (2011). Effekte von Opioid-Analgetika im Fahrversuch. *Der Schmerz*, 25, Supplement 1, 147.
- Shechtman, O., Classen, S., Awadzi, K. & Mann, W. (2009). Comparison of driving errors between on-the-road and simulated driving assessment: A validation study. *Traffic Injury Prevention*, 10 (4), 379–385.
- Shmygalev, S., Damm, M., Weckbecker, K., Berghaus, G., Petzke, F. & Sabatowski, R. (2011). The impact of long-term maintenance treatment with buprenorphine on complex psychomotor and cognitive function. *Drug and Alcohol Dependence*, 117 (2–3), 190–197.
- Simon, M., Schmidt, E. A., Kincses, W. E., Fritzsche, M., Bruns, A., Aufmuth, C. et al. (2011). EEG alpha spindle measures as indicators of driver fatigue under real traffic conditions. *Clinical Neurophysiology*, 122 (6), 1168–1178.
- Sjogren, P., Olsen, A. K., Thomsen, A. B. & Dalberg, J. (2000). Neuropsychological performance in cancer patients: the role of oral opioids, pain and performance status. *Pain*, 86 (3), 237–245.
- Smink, B. E., Egberts, A. C. G., Lusthof, K. J., Uges, D. R. A. & Gier, J. J. de. (2010). The relationship between benzodiazepine use and traffic accidents: A systematic literature review. *CNS Drugs*, 24 (8), 639–653.
- Smolensky, M. H., Di Milia, L., Ohayon, M. M. & Philip, P. (2011). Sleep disorders, medical conditions, and road accident risk. *Accident Analysis & Prevention*, 43 (2), 533–548.
- Smuc, M. & Christ, R. (2001). *System zur Analyse des Fahrverhaltens (SAF)*. Wien: Kuratorium für Verkehrssicherheit.
- Sommer, M. & Häusler, J. (2006). Kriteriumsvaliditaet des Expertensystems Verkehr. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 52 (2), 83–89.
- Spiegel online (Hrsg.). (2012). *Pharma-Boom. Deutsche schlucken immer mehr Schmerzmittel*. Zugriff am 05.11.2012. Verfügbar unter www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/schmerzmittel-aerzte-verschreiben-so-viele-packungen-wie-nie-a-865022.html.
- Spiegel online (Hrsg.). (2013). *Viele Autofahrer ignorieren Einfluss von Medikamenten*. Zugriff am 25.06.2013. Verfügbar unter www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/umfrage-viele-autofahrer-ignorieren-einfluss-von-medikamenten-a-905266.html.
- Sprecher, W., Albrecht, M. & Janssen, D. (2009). Verkehrsmedizinische Zugänge zum Verkehrsverhalten. In H.-P. Krüger (Hrsg.), *Anwendungsfelder der Verkehrspsychologie* (Enzyklopädie der Psychologie: Themenbereich D Praxisgebiete: Serie 6 Verkehrspsychologie, Bd. 2, S. 537–566). Göttingen: Hogrefe.
- Stachwitz, P. (2006). *Fahrsicherheit unter analgetischer Medikation mit retardiertem Oxycodon bei Patienten mit chronischen nicht-tumorbedingten Schmerzen* (Inaugural-Dissertation). Köln: Medizinische Fakultät der Universität Köln.
- Statistisches Bundesamt. (2011a). *Alkoholunfälle im Straßenverkehr - 2010*. Zugriff am 29.07.2012. Verfügbar unter www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/UnfaelleAlkohol5462404107004.pdf?__blob=publicationFile.
- Statistisches Bundesamt. (2011b). *Unfallentwicklung auf deutschen Straßen 2010. Begleitmaterial zur Pressekonferenz am 6. Juli 2011 in Berlin*. Zugriff am 21.06.2012. Verfügbar unter www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/Unfallentwicklung5462401109004.pdf?__blob=publicationFile.
- Statistisches Bundesamt. (2012). *Verkehrsunfälle 2011* (Fachserie 8 Reihe 7). Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. Zugriff am 18.07.2012. Verfügbar unter

- www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/VerkehrsunfaelleJ.html.
- Strand, M. C., Fjeld, B., Arnestad, M. & Mørland, J. (2013). Can patients receiving opioid maintenance therapy safely drive? A systematic review of epidemiological and experimental studies on driving ability with a focus on concomitant methadone or buprenorphine administration. *Traffic Injury Prevention*, 14 (1), 26–38.
- Strumpf, M., Kohler, A., Zenz, M., Willweber-Strumpf, A., Dertwinkel, R. & Donner, B. (1997). Opioids and driving ability. *Der Schmerz*, 11 (4), 233–240.
- Strumpf, M., Willweber-Strumpf, A., Herberg, K. W. & Zenz, M. (2005). Sicherheitsrelevante Leistungsfähigkeit von Schmerzpatienten unter Langzeitopioidtherapie. *Der Schmerz*, 19 (5), 426–433.
- Stutts, J. C., Wilkins, J. W., Scott Osberg, J. & Vaughn, B. V. (2003). Driver risk factors for sleep-related crashes. *Accident Analysis & Prevention*, 35 (3), 321–331.
- Sullivan, K. A., Smith, S. S., Horswill, M. S. & Lurie-Beck, J. K. (2011). Older adults' safety perceptions of driving situations: Towards a new driving self-regulation scale. *Accident Analysis & Prevention*, 43 (3), 1003–1009.
- Sullman, M. J. M., Meadows, M. L. & Pajo, K. B. (2002). Aberrant driving behaviours amongst New Zealand truck drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5 (3), 217–232.
- Tassain, V., Attal, N., Fletcher, D., Brasseur, L., Déglieux, P., Chauvin, M. et al. (2003). Long term effects of oral sustained release morphine on neuropsychological performance in patients with chronic non-cancer pain. *Pain*, 104 (1-2), 389–400.
- Turk, D. C., Wilson, H. D. & Cahana, A. (2011). Treatment of chronic non-cancer pain. *Lancet*, 377 (9784), 2226–2235.
- Utzelmann, H. D. & Brenner-Hartmann, J. (2005). Psychologische Fahrverhaltensbeobachtung. In W. Schubert, Schneider W., W. Eisenmenger & E. Stephan (Hrsg.), *Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung. Kommentar* (2. Aufl., S. 60–64). Bonn: Kirschbaum.
- Vaa, T. (2003). *Impairment, diseases, age and their relative risks of accident involvement: Results from meta-analysis* (IMMORTAL Deliverable R1.1). Oslo: Toi. Zugriff am 24.07.2012. Verfügbar unter www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/T%D8I%20rapporter/2003/690-2003/690-2003-el.pdf.
- Vainio, A., Ollila, J., Matikainen, E., Rosenberg, P. & Kalso, E. (1995). Driving ability in cancer patients receiving long-term morphine analgesia. *The Lancet*, 346, 667–670.
- Vakulin, A., Baulk, S. D., Catcheside, P. G., Antic, N. A., van den Heuvel, C. J., Dorrian, J. et al. (2009). Effects of alcohol and sleep restriction on simulated driving performance in untreated patients with obstructive sleep apnea. *Annals of Internal Medicine*, 151 (7), 447–455.
- Veldhuijzen, D. S., van Wijck, A. J., Verster, J. C., Kalkman, C. J., Kenemans, J. L., Olivier, B. et al. (2006). The impact of chronic pain patients' psychotropic drug knowledge and warning labels on the decision whether to drive a car or not. *Traffic Injury Prevention*, 7 (4), 360–364.
- Veldhuijzen, D. S., van Wijck, A. J., Wille, F., Verster, J. C., Kenemans, J. L., Kalkman, C. J. et al. (2006). Effect of chronic nonmalignant pain on highway driving performance. *Pain*, 122 (1-2), 28–35.
- Veldstra, J. L., Brookhuis, K. A., Waard, D. de, Molmans, B. H. W., Verstraete, A. G., Skopp, G. et al. (2012). Effects of alcohol (BAC 0.5‰) and ecstasy (MDMA 100 mg) on simulated driving performance and traffic safety. *Psychopharmacology (Berl.)*, 222 (3), 377–390.
- Vermeeren, A. (2003). *Hypnotics and antihistamines: effects on cognitive functions and driving performance*. Maastricht: Neuropsych Publishers.
- Verster, J. & Ramaekers, J. G. (2009). The on-the-road driving test. In J. C. Verster, S. Pandi-Perumal, J. Ramaekers & J. de Gier (Hrsg.), *Drugs, driving, and traffic safety* (S. 83–90). Basel: Birkhäuser.

- Verster, J. & Roth, T. (2011). Standard operation procedures for conducting the on-the-road driving test, and measurement of the standard deviation of lateral position (SDLP). *International Journal of General Medicine*, 4, 359–371.
- Verster, J. C. & Roth, T. (2012a). The prevalence and nature of stopped on-the-road driving tests and the relationship with objective performance impairment. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 498–506.
- Verster, J. C. & Roth, T. (2012b). Predicting psychopharmacological drug effects on actual driving performance (SDLP) from psychometric tests measuring driving-related skills. *Psychopharmacology (Berl)*, 220 (2), 293–301.
- Verster, J. C., Veldhuijzen, D. S. & Volkerts, E. R. (2005). Is it safe to drive a car when treated with anxiolytics? Evidence from on-the-road driving studies during normal traffic. *Current Psychiatry Reviews*, 1, 215–225.
- Verster, J. C., Veldhuijzen, D. S. & Volkerts, E. R. (2006). Effects of an opioid (oxycodone/paracetamol) and an NSAID (bromfenac) on driving ability, memory functioning, psychomotor performance, pupil size, and mood. *Clin J Pain*, 22 (5), 499–504.
- Verster, J. C., Volkerts, E. R. & Verbaten, M. N. (2002). Effects of Alprazolam on driving ability, memory functioning and psychomotor performance: A randomized, placebo-controlled study. *Neuropsychopharmacology*, 27, 260–269.
- Verstraete, A., Knoche, A., Jantos, R., Skopp, G., Gjerde, H., Vindenes, V. et al. (2011). *Per se limits - Methods of defining cut-off values for zero tolerance*. DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) Deliverable 1.4.2. Zugriff am 05.07.2012. Verfügbar unter www.druid-project.eu.
- Vingilis, E. & Wilk, P. (2008). The effects of health status, distress, alcohol and medicinal drug use on subsequent motor vehicle injuries. *Accident Analysis & Prevention*, 40 (6), 1901–1907.
- Vistec AG. (2011). *Testsystem Corporal A -der Fortschritt in der Psychometrie*. Olching: Vistec. Zugriff am 09.07.2012. Verfügbar unter www.vistec-ag.de/download/VistecCorporalA_low.pdf.
- Vollrath, M. (2007). Mobil im Alter - und die Sicherheit. In VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik (Hrsg.), *Fahrer im 21. Jahrhundert: Human Machine Interface* (S. 139–150). Düsseldorf: VDI Verlag.
- Vollrath, M. & Krems, J. (2011). *Verkehrspsychologie. Ein Lehrbuch für Psychologen, Ingenieure und Informatiker*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Vollrath, M., Briest, S. & Drewes, J. (2006). *Ableitung von Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme aus Sicht der Verkehrssicherheit* (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Fahrzeugtechnik, F74). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- Wagner, M. & Karner, T. (2008). *COG Cognitrone*. Mödling: Schuhfried.
- Walsh, J. M., Verstraete, A. G., Huestis, M. A. & Mørland, J. (2008). Guidelines for research on drugged driving. *Addiction*, 103 (8), 1258–1268.
- Watson, P. E., Watson, I. D. & Batt, R. D. (1980). Total body water volumes for adult males and females estimated from simple anthropometric measurements. *American Journal of Clinical Nutrition*, 33 (1), 27–39.
- Wellek, S. & Blettner, M. (2012). Klinische Studien zum Nachweis von Äquivalenz oder Nichtunterlegenheit: Teil 20 der Serie zur Bewertung wissenschaftlicher Publikationen. *Deutsches Ärzteblatt*, 109 (41), 674–679.
- Weltärztebund. (2008). *Deklaration von Helsinki. Ethische Grundsätze für die medizinische Forschung am Menschen*. Zugriff am 15.08.2012. Verfügbar unter www.bundesaerztekammer.de/downloads/DeklHelsinki2008.pdf.
- Wickens, C. D., Goh, J., Helleberg, J., Horrey, W. J. & Talleur, D. A. (2003). Attentional models of multitask pilot performance using advanced display technology. *Human factors*, 45 (3), 360–380. Verfügbar unter <http://hfs.sagepub.com/content/45/3/360.full.pdf>.

- Widmark, E. M. (1932). *Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung*. Berlin: Urban & Schwarzenberg.
- Wilde, G. J. S. (1982). Critical issues in risk homeostasis theory. *Risk Analysis*, 2, 249–258.
- Williamson, A., Lombardi, D. A., Folkard, S. S. J., Courtney, T. K. & Connor, J. L. (2011). The link between fatigue and safety. *Accident Analysis & Prevention*, 43, 498–515.
- Willweber-Strumpf, A., Zenz, M. & Bartz, D. (2000). Epidemiologie chronischer Schmerzen. *Der Schmerz*, 14 (2), 84–91.
- Winter, J. C. F. de & Dodou, D. (2010). The Driver Behaviour Questionnaire as a predictor of accidents: A meta-analysis. *Journal of Safety Research*, 41, 463–470.
- Zacny, J. P. (1995). A review of the effects of opioids on psychomotor and cognitive functioning in humans. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 3 (4), 432–466.
- Zech, D. F., Grond, S., Lynch, J., Hertel, D. & Lehmann, K. A. (1995). Validation of World Health Organization Guidelines for cancer pain relief: a 10-year prospective study. *Pain*, 63 (1), 65–76.
- Zieglgänsberger, W. (2012). Schmerz. In O. Benkert, G. Gründer & F. Holsboer (Hrsg.), *Handbuch der Psychopharmakotherapie* (S. 383–390). Berlin: Springer.
- Zijlstra, F. R. H. (1993). *Efficiency in work behavior: A design approach for modern tools*. Delft: University press.

17 Anhang

17.1 Körperliche Untersuchung

Angaben zur Durchführung der Anamnese									
Beginn		: : Uhr							
Name Arzt/Ärztin		: (Vor- und Zuname)							
Demographische Daten, Schmerzanamnese									
Geburtsdatum		(tt.mm.jjjj)							
Geschlecht		<input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/> weiblich							
Rasse		<input type="checkbox"/> kaukasisch <input type="checkbox"/> andere							
Höchster Bildungsabschluss		<input type="checkbox"/> Sonderschulabschluss <input type="checkbox"/> Hauptschulabschluss <input type="checkbox"/> Realschulabschluss <input type="checkbox"/> Abitur / Fachhochschulreife <input type="checkbox"/> Universitäts-/Fachhochschulabschluss <input type="checkbox"/> anderer:							
Berufsbezeichnung									
Schmerzdiagnose(n) (auch Nennung der Schmerzsache und des -ortes)									
Dauer der chronischen Schmerzen		----- Monate				----- Jahre			
Auf welche Ursache führen Sie Ihre Hauptschmerzen zurück? (Mehrfachnennungen möglich)		<input type="checkbox"/> Krankheit	<input type="checkbox"/> Operation	<input type="checkbox"/> Unfall	<input type="checkbox"/> Körperliche Beanspruchung	<input type="checkbox"/> seelische Belastung	<input type="checkbox"/> Vererbung	<input type="checkbox"/> andere:	<input type="checkbox"/> keine erkennbar
Wie häufig treten die Schmerzen auf?		<input type="checkbox"/> wenige Male pro Jahr		<input type="checkbox"/> wenige Male pro Monat		<input type="checkbox"/> mehrmals pro Woche	<input type="checkbox"/> einmal täglich	<input type="checkbox"/> mehrmals täglich	<input type="checkbox"/> dauerhaft vorhanden
Verändert sich die Stärke der Schmerzen?		<input type="checkbox"/> wechselt häufig (z.B. mehrmals täglich)		<input type="checkbox"/> wechselt gelegentlich (z.B. wenige Male pro Woche)		<input type="checkbox"/> wechselt niemals			
In welcher Form treten die Schmerzen auf?		<input type="checkbox"/> Anfallsweise – dazwischen Schmerzfreiheit		<input type="checkbox"/> Schmerzen dauerhaft vorhanden		<input type="checkbox"/> Schmerzen dauerhaft vorhanden, aber zusätzliche Schmerzanfälle			

Medizinische Anamnese, Begleiterkrankungen			
Hat der Patient eine relevante medizinische oder chirurgische Vorgeschichte oder eine weitere gleichzeitig bestehende Erkrankung?			
Organ / -system	normal	Erkrankt, aber nicht mehr aktiv ja spezifizieren	Noch bestehende Erkrankung ja spezifizieren
Allergie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Herz / Kreislauf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hals, Nase, Ohren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Endokrine Organe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Augen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Magen / Darm-Trakt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Urogenitaltrakt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hämatologisch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muskel-/Skelettsystem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nervensystem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Psychiatrische Erkrankung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Thorax / Lunge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
andere:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Schmerzmedikation bei Studieneinschluss

Opioidmedikation:	welches? Tagesdosis seit: Monate und Tage letzte Einnahme / letztes Anbringen eines Pflasters: am (tt.mm.jj) um (hh:mm) Uhr
Antidepressivum:	welches? Tagesdosis seit: Monate und Tage letzte Einnahme: am (tt.mm.jj) um Uhr
Antikonvulsivum:	welches? Tagesdosis seit: Monate und Tage letzte Einnahme: am (tt.mm.jj) um Uhr
Muskelrelaxans:	welches? Tagesdosis seit: Monate und Tage letzte Einnahme: am (tt.mm.jj) um Uhr
andere:	welches? Tagesdosis seit: Monate und Tage letzte Einnahme: am (tt.mm.jj) um Uhr
andere:	welches? Tagesdosis seit: Monate und Tage letzte Einnahme: am (tt.mm.jj) um Uhr
andere:	welches? Tagesdosis seit: Monate und Tage letzte Einnahme: am (tt.mm.jj) um Uhr
Dosisänderungen innerhalb der letzten 14 Tage?	<input type="checkbox"/> nein / <input type="checkbox"/> ja (welche?):
Werden weitere Medikamente eingenommen?	<input type="checkbox"/> ja → Begleitmedikation dokumentieren! <input type="checkbox"/> nein

Eingenommene Medikamente

Hat der Patient zusätzliche weitere Medikamente eingenommen?	
Präparat (Handelsname)	Indikation
1. Tagesdosis seit: Monate und Tage letzte Einnahme: am (tt.mm.jj) um Uhr
2. Tagesdosis seit: Monate und Tage letzte Einnahme: am (tt.mm.jj) um Uhr
3. Tagesdosis seit: Monate und Tage letzte Einnahme: am (tt.mm.jj) um Uhr
4. Tagesdosis seit: Monate und Tage letzte Einnahme: am (tt.mm.jj) um Uhr
5. Tagesdosis seit: Monate und Tage letzte Einnahme: am (tt.mm.jj) um Uhr
6. Tagesdosis seit: Monate und Tage letzte Einnahme: am (tt.mm.jj) um Uhr

Körperliche Untersuchung

Körpergewicht	Körpergröße	Herzfrequenz	Blutdruck (mmHg)
kg	cm	Schläge/min	sys/ diast
Organ-system	Normal	Pathologisch, Beschreibung	Nicht untersucht
Allgemeinzustand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kopf-/Halsbereich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Respirationstrakt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kardiovaskuläres System	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abdominaler Befund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muskeln und Skelettsystem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Neurologischer Befund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Peripherer Pulsstatus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lymphknoten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

17.2 Fragebogen zur Fahrerfahrung

Fahrerfahrung				
PKW-Führerschein vorhanden?	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, seit (Jahr)		
LKW-Führerschein vorhanden?	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, seit (Jahr)		
Motorrad-Führerschein vorhanden?	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja, seit (Jahr)		
Weitere Führerscheine vorhanden? seit (Jahr) seit (Jahr) seit (Jahr) seit (Jahr)			
Führerschein kopieren! <input type="checkbox"/>				
Seit wie vielen Jahren wird regelmäßig mit einem PKW gefahren?	seit (Anzahl Jahre)			
Welche Strecke wurde innerhalb der letzten 12 Monate mit einem PKW zurückgelegt? km			
Anteile an Autobahnfahrten % ... Überlandfahrten % ... Stadtfahrten % Summe 100 %			
Häufigkeit, mit der mit einem PKW gefahren wird	<input type="checkbox"/> weniger als 1x pro Woche	<input type="checkbox"/> 1 – 2 x pro Woche	<input type="checkbox"/> 3 – 5 x pro Woche	<input type="checkbox"/> (fast) täglich
Wird eine berufliche Tätigkeit ausgeübt, die das Autofahren mit sich bringt (z.B. Taxifahrer, Kurierdienst, Außendienst)?	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja: (welche?)		
Art des überwiegend gefahrenen Fahrzeugs	Marke:	Typ:	Baujahr:	
Wurden vom behandelnden Arzt Zweifel an der Fahrtüchtigkeit geäußert?	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja		
Hat der Patient selbst Zweifel an seiner derzeitigen Fahrtüchtigkeit?	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja		
Wie ist der Patient zur Untersuchung gekommen?	<input type="checkbox"/> selbst gefahren	<input type="checkbox"/> von einer anderen Person gefahren worden	<input type="checkbox"/> mit öffentlichen Verkehrsmitteln oder zu Fuß	

17.3 Fragebogen zu Nebenwirkungen

1. Bitte kreuzen Sie an, wie stark **heute** Ihre Beschwerden sind.

	keine	leicht	mittel	stark
1. Müdigkeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Übelkeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Verstopfung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Luftnot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Schwäche	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Angst	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Erbrechen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Schwierigkeiten Wasser zu lassen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Konzentrationsschwäche	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Schwindel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. andere:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. andere:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte prüfen Sie, ob Sie alle Fragen beantwortet haben!
Wenden Sie sich dann an den Untersuchungsleiter / die Untersuchungsleiterin.
Danke!

17.4 Fragebogen zu Selbstbeschränkungen beim Fahren

1. Bitte geben Sie zu jeder Aussage an, wie sehr diese auf Sie zutrifft. Kreuzen Sie dazu bitte die entsprechende Zahl an.

	immer	wenn möglich	eher nicht	nie
1. Ich vermeide lange Fahrten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Ich vermeide Fahrten bei Dunkelheit oder schlechter Sicht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Ich vermeide Fahrten bei Regen, Schnee oder Glatte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Ich vermeide Fahrten in großen Städten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Ich vermeide Autobahnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Ich vermeide Strecken, die ich nicht kenne.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Ich vermeide es, alleine zu fahren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Ich fahre nur mit meinem eigenen Auto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Ich fahre nur, wenn es mir gut geht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Ich vermeide hohe Geschwindigkeiten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Ich halte besonders große Sicherheitsabstände ein.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Ich vermeide es zu überholen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Ich vermeide es zu fahren, wenn ich müde bin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte prüfen Sie, ob Sie alle Fragen beantwortet haben! Wenden Sie sich dann an den Untersuchungsleiter / die Untersuchungsleiterin.
Danke!

17.5 DBQ

17.5.1 Items

Item Nr.	Englisches Item	Fehlerart	Übersetzung (Evers, 2010a)	Verwendet in Studie
24	Underestimate the speed of an oncoming vehicle when overtaking	F	Beim Überholen unterschätze ich die Geschwindigkeit eines entgegenkommenden oder herannahenden Fahrzeugs.	Beim Überholen unterschätze ich die Geschwindigkeit eines entgegenkommenden Fahrzeugs.
9	Brake too quickly on a slippery road or steer the wrong way in a skid.	F	Ich bremsen auf einer glatten Fahrbahn zu schnell oder lenke beim Schleudern in die falsche Richtung.	Auf einer glatten Fahrbahn bremsen ich zu stark oder lenke beim Schleudern in die falsche Richtung.
5	Queuing to turn left onto a main road, you pay such close attention to the main stream of traffic that you nearly hit the car in front of you.	F	Beim Einreihen zum Rechtsabbiegen auf eine Hauptstraße konzentriere ich mich so stark auf den dortigen Verkehr, dass ich fast auf das Auto vor mir auffahre.	Ich konzentriere mich beim Abbiegen auf eine Hauptstraße so stark auf den dortigen Verkehr, dass ich fast auf das Auto vor mir auffahre.
8	Fail to check your rear view mirror before pulling out changing lanes, etc.	F	Ich vergesse in den Rückspiegel zu sehen, bevor ich vom Fahrbahnrand losfahre oder die Fahrspur wechsle.	Ich vergesse in den Rückspiegel zu sehen, bevor ich vom Fahrbahnrand losfahre oder die Fahrspur wechsle.
6	Fail to notice that pedestrians are crossing when turning into a side street from a main road	F	Beim Abbiegen von einer Hauptstraße in eine Seitenstraße übersehe ich, dass Fußgänger die Fahrbahn überqueren.	Beim Abbiegen übersehe ich, dass Fußgänger die Fahrbahn überqueren.
14	Miss "give way" signs and narrowly avoid colliding with traffic having right of way	F	Ich übersehe das Schild "Vorfahrt gewähren!" und vermeide gerade noch einen Zusammenstoß mit dem vorfahrtsberechtigten Verkehr.	Ich übersehe das Schild "Vorfahrt gewähren!" und kann gerade noch einen Unfall mit dem vorfahrtsberechtigten Fahrer vermeiden.
13	On turning left nearly hit a	F	Ich stoße beim Rechtsabbiegen fast mit	Ich stoße beim Rechtsabbiegen fast

	cyclist who has come up on your inside		einem Fahrradfahrer zusammen, der neben mir angefahren kommt.	mit einem Fahrradfahrer zusammen, der neben mir angefahren kommt.
16	Attempt to overtake someone you had not noticed to be signaling a right turn	F	Ich versuche jemanden zu überholen, ohne zu merken, dass er bereits zum Linksabbiegen oder Überholen blinkt.	Ich versuche jemanden zu überholen und merke nicht, dass dieser bereits zum Linksabbiegen oder Überholen blinkt.
19	Misread the signs and exit from a roundabout on the wrong road.	A	Ich deute Wegweiser falsch und fahre aus einem Kreisverkehr oder an einer Kreuzung in die falsche Richtung ab	Ich fahre in die falsche Richtung, weil ich einen Wegweiser falsch gedeutet habe.
4	Get into the wrong lane approaching a roundabout or a junction.	A	Ich ordne mich beim Heranfahren an eine Kreuzung in die falsche Spur ein.	Ich ordne mich an einer Kreuzung in die falsche Spur ein.
29	Forget where you left your car in a car park	A	-	Auf Parkplätzen vergesse ich, wo ich mein Auto abgestellt habe.
23	Realize that you have no recollection of the road along which you have just been traveling	A	Ich bemerke, dass ich keine genaue Erinnerung an die Straße habe, die ich gerade entlang gefahren bin	Ich erinnere mich nicht mehr genau an die Straße, die ich gerade entlang gefahren bin.
2	Intending to drive to destination A, you "wake up" to find yourself on the road to destination B	A	Ich wollte eigentlich zum Ziel A fahren und ertappe mich dabei, das den Weg zum Ziel B genommen habe.	Ich fahre zu einem Ziel und merke unterwegs plötzlich, dass ich eigentlich woanders hin wollte.
12	Switch on one thing, such as the headlights, when you meant to switch on something else, such as wipers.	A	Ich schalte im LKW etwas an, z.B. die Scheinwerfer, obwohl ich eigentlich etwas anderes anschalten wollte, z.B. die Scheibenwischer	Ich schalte etwas im Fahrzeug an (z.B. Licht), obwohl ich eigentlich etwas anderes anschalten wollte (z.B. Scheibenwischer).
1	Hit something when reversing that you had not previously seen	A	Beim Zurücksetzen fahre ich ein Hindernis an, das ich vorher nicht gesehen habe.	Beim Zurücksetzen fahre ich gegen ein Hindernis, das ich nicht gesehen habe.
15	Attempt to drive away from traffic lights in too high a gear	A	Ich versuche an einer Ampel im falschen Gang anzufahren	Beim Anfahren an einer Ampel habe ich versehentlich einen falschen Gang eingelegt.

11	Disregard the speed limit on a residential road	gV	Ich überschreite die Geschwindigkeitsbeschränkung in einem Wohngebiet.	Ich überschreite die Geschwindigkeitsbeschränkung in einem Wohngebiet.
18	Overtake a slow driver on the inside	gV	Ich überhole auf der Autobahn einen langsamen Fahrer auf der rechten Spur.	Ich überhole auf der Autobahn einen langsamen Fahrer auf der rechten Spur.
21	Cross a junction knowing the traffic lights have already turned against you	gV	Ich fahre noch über eine Kreuzung, obwohl die Ampel bereits auf rot umgeschaltet hat.	Ich fahre noch über eine Ampel, die bereits auf rot umgeschaltet hat.
20	Drive so close to the car in front that it would be difficult to stop in emergency	gV	Ich fahre so dicht auf ein vorausfahrendes Fahrzeug auf, dass es notfalls schwierig wäre zu stoppen.	Ich fahre so dicht auf den Vordermann auf, dass es notfalls schwierig wäre zu stoppen.
22	Become angered by a certain type of a driver and indicate your hostility by whatever means you can.	aV	Ich bin über einen bestimmten Fahrer verärgert und gebe ihm meine Abneigung - wie auch immer - zu verstehen	Ich zeige einem anderen Fahrer sehr deutlich, dass ich mich über ihn geärgert habe.
3	Drive when you suspect that you may be over the legal limit	gV	Ich fahre LKW, obwohl ich möglicherweise zu viel Alkohol getrunken habe.	Ich fahre, obwohl ich möglicherweise zu viel Alkohol getrunken habe.
30	Race away from traffic lights with the intention of beating the driver next to you	aV	-	Wenn die Ampel grün wird, beschleunige ich extra stark, um den Fahrer in der Spur neben mir zu überholen.
17	Become angered by another driver and give chase with the intention of giving him/her a piece of your mind	aV	Ich bin über einen anderen Fahrer so verärgert, dass ich ihn verfolge, um ihm gründlich die Meinung zu sagen.	Ich verfolge einen anderen Fahrer, über den ich mich geärgert habe, um ihm gründlich die Meinung zu sagen.
25	Disregard the speed limit on a motorway (28)	gV	Ich überschreite Geschwindigkeitsbeschränkungen für LKW auf der Autobahn	Ich überschreite Geschwindigkeitsbeschränkungen auf der Autobahn.
7	Sound your horn to indicate your annoyance to another road user	aV	Ich hupe, um einem anderen Fahrer meine Verärgerung zu zeigen.	Ich hupe, um einem anderen Fahrer meine Verärgerung zu zeigen.

10	Pull out of a junction so far that the driver with right of way has to stop and let you out.	aV	Wenn ich an einer Kreuzung anhalte, ragt mein LKW fahre soweit in eine Kreuzung hinein, dass der vorfahrtsberechtigter Fahrer anhalten und mich zuerst fahren lassen muss.	Ich fahre soweit in eine Kreuzung hinein, dass ein vorfahrtsberechtigter Fahrer mich zuerst fahren lassen muss.
26	-	aV	Ich schere auf der Autobahn zum Überholen aus, so dass das nachfolgende Fahrzeug bremsen muss.	Ich schere auf der Autobahn zum Überholen aus, so dass das nachfolgende Fahrzeug bremsen muss.
27	-	F	Ich übersehe, dass der Verkehr vor mir langsamer wird, so dass ich voll in die Bremsen gehen muss.	Ich übersehe, dass der Verkehr vor mir langsamer wird, so dass ich voll in die Bremsen gehen muss.
28	-	gV	Ich halte mich nicht an Überholverbote für LKW auf Autobahnen	Ich missachte Überholverbote.
-	Stay in the motorway lane that you know will be closed ahead until the last minute before forcing your way into the other lane	aV	-	-

Fehlerarten: F = Fehler, A = Ausrutscher, gV = gewöhnlicher Verstoß, aV = aggressiver Verstoß.

17.5.2 Itemkennwerte

Sortierung aufsteigend nach Schwierigkeitsindex p .

Item	m	sd	p
(17) Ich verfolge einen anderen Fahrer, über den ich mich geärgert habe, um ihm gründlich die Meinung zu sagen.	0.00	0.00	0.00
(3) Ich fahre, obwohl ich möglicherweise zu viel Alkohol getrunken habe.	0.11	0.37	0.02
(5) Ich konzentriere mich beim Abbiegen auf eine Hauptstraße so stark auf den dortigen Verkehr, dass ich fast auf das Auto vor mir auffahre.	0.34	0.52	0.06
(14) Ich übersehe das Schild "Vorfahrt gewähren!" und kann gerade noch einen Unfall mit dem vorfahrtberechtigten Fahrer vermeiden.	0.34	0.52	0.06
(9) Auf einer glatten Fahrbahn bremsen ich zu stark oder lenke beim Schleudern in die falsche Richtung.	0.40	0.65	0.07
(12) Ich schalte etwas im Fahrzeug an (z.B. Licht), obwohl ich eigentlich etwas anderes anschalten wollte (z.B. Scheibenwischer).	0.40	0.61	0.07
(1) Beim Zurücksetzen fahre ich gegen ein Hindernis, das ich nicht gesehen habe.	0.43	0.62	0.07
(16) Ich versuche jemanden zu überholen und merke nicht, dass dieser bereits zum Linksabbiegen oder Überholen blinkt.	0.45	0.65	0.07
(2) Ich fahre zu einem Ziel und merke unterwegs plötzlich, dass ich eigentlich woanders hin wollte.	0.47	0.78	0.08
(13) Ich stoße beim Rechtsabbiegen fast mit einem Fahrradfahrer zusammen, der neben mir angefahren kommt.	0.49	0.66	0.08
(28) Ich missachte Überholverbote.	0.51	0.75	0.09
(10) Ich fahre soweit in eine Kreuzung hinein, dass ein vorfahrtberechtigter Fahrer mich zuerst fahren lassen muss.	0.60	0.80	0.10
(26) Ich schere auf der Autobahn zum Überholen aus, so dass das nachfolgende Fahrzeug bremsen muss.	0.60	0.61	0.10
(8) Ich vergesse in den Rückspiegel zu sehen, bevor ich vom Fahrbahnrand losfahre oder die Fahrspur wechsle.	0.64	0.70	0.11
(27) Ich übersehe, dass der Verkehr vor mir langsamer wird, so dass ich voll in die Bremsen gehen muss.	0.64	0.64	0.11
(6) Beim Abbiegen übersehe ich, dass Fußgänger die Fahrbahn überqueren.	0.70	0.72	0.12
(18) Ich überhole auf der Autobahn einen langsamen Fahrer auf der rechten Spur.	0.72	0.93	0.12
(20) Ich fahre so dicht auf den Vordermann auf, dass es notfalls schwierig wäre zu stoppen.	0.74	0.97	0.12

(Fortsetzung)

Item	m	sd	p
(21) Ich fahre noch über eine Ampel, die bereits auf rot umgeschaltet hat.	0.74	0.77	0.12
(24) Beim Überholen unterschätze ich die Geschwindigkeit eines entgegenkommenden Fahrzeugs.	0.79	1.00	0.13
(15) Beim Anfahren an einer Ampel habe ich versehentlich einen falschen Gang eingelegt.	0.81	0.77	0.13
(29) Auf Parkplätzen vergesse ich, wo ich mein Auto abgestellt habe.	0.85	0.86	0.14
(7) Ich hupe, um einem anderen Fahrer meine Verärgerung zu zeigen.	0.87	0.90	0.15
(19) Ich fahre in die falsche Richtung, weil ich einen Wegweiser falsch gedeutet habe.	0.87	0.88	0.15
(30) Wenn die Ampel grün wird, beschleunige ich extra stark, um den Fahrer in der Spur neben mir zu überholen.	0.89	1.17	0.15
(22) Ich zeige einem anderen Fahrer sehr deutlich, dass ich mich über ihn geärgert habe.	1.00	0.78	0.17
(4) Ich ordne mich an einer Kreuzung in die falsche Spur ein.	1.02	0.77	0.17
(23) Ich erinnere mich nicht mehr genau an die Straße, die ich gerade entlang gefahren bin.	1.17	1.03	0.20
(11) Ich überschreite die Geschwindigkeitsbeschränkung in einem Wohngebiet.	1.81	1.04	0.30
(25) Ich überschreite Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Autobahnen.	2.06	0.92	0.34

17.6 Groningen Sleep Quality Scale

Nr.	Item (Deutsch)	Item (Niederländisch)
1	Ich habe heute Nacht tief geschlafen.	Ik heb vannacht diep geslapen.
2	Ich finde, dass ich heute Nacht sehr schlecht geschlafen habe.	Ik vind dat ik vannacht heel slecht geslapen heb.
3	Ich habe gestern Abend mehr als eine halbe Stunde wachgelegen, bevor ich einschlief.	Ik heb gisteravond langer dan een half uur wakker gelegen voordat ik sliep.
4	Ich bin heute Nacht mehrere Male wach geworden.	Ik ben vannacht meerdere malen wakker geworden.
5	Nachdem ich aufgestanden bin, habe ich mich müde gefühlt	Ik had, nadat ik was opgestaan, een moe gevoel.
6	Für mein Gefühl habe ich heute Nacht zu kurz geschlafen.	Ik ben naar mijn gevoel vannacht slaap tekort gekomen.
7	Ich bin heute Nacht aufgestanden.	Ik ben vannacht opgestaan.

8	Ich fühlte mich heute Morgen, nachdem ich aufgestanden bin, gut ausgeruht.	Ik voelde me vanochtend, nadat ik was opgestaan, goed uitgerust.
9	Ich habe nach meinem Gefühl heute Nacht nur wenige Stunden geschlafen.	Ik heb naar mijn gevoel vannacht maar een paar uur geslapen.
10	Ich habe heute Nacht gut geschlafen.	Ik vind dat ik vannacht goed geslapen heb.

(Fortsetzung)

Nr.	Item (Deutsch)	Item (Niederländisch)
11	Ich habe heute Nacht kein Auge zugetan.	Ik heb vannacht geen oog dicht gedaan.
12	Ich schlief gestern Abend leicht ein.	Ik sliep gisteravond gemakkelijk in.
13	Ich hatte heute Nacht, nachdem ich wach geworden war, Mühe wieder einzuschlafen.	Ik had vannacht, nadat ik wakker geworden was, moeite om weer in slaap te vallen.
14	Ich habe heute Nacht unruhig geschlafen.	Ik lag vannacht erg te woelen.
15	Ich habe heute Nacht weniger als 5 Stunden geschlafen.	Ik sliep vannacht niet langer dan vijf uur.

Allen Aussagen kann zugestimmt oder sie können abgelehnt werden. Mit je einem Punkt geht in den Score ein, wenn den Items 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 14 oder 15 zugestimmt wurde. Die Items 8, 10 und 12 gehen mit je einem Punkt in den Score ein, wenn sie als nicht zutreffend bewertet wurden. Item 1 geht nicht in den Score ein.

17.7 Ein-/Ausschlusskriterien

Gesunde Probanden

Kontrolle der Ein- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien	Der Proband darf <u>nicht eingeschlossen</u> werden, wenn eine der Antworten NEIN ist	Nein	Ja
1) Liegt die schriftliche Einverständniserklärung vor?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Ist der Proband zwischen 30 und 65 Jahren alt?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Liegt der Bodymassindex im Bereich 16-35?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) Liegt normales Sehvermögen vor oder ist das Sehvermögen auf normal korrigiert?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) Verfügt der Proband über einen gültigen PKW-Führerschein?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) Ist der Proband innerhalb der letzten 12 Monate mindestens 2 000 km mit dem PKW gefahren?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) Führt der Proband regelmäßig mit dem Auto (min. 1x pro Woche)?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) Kann der Proband ein Serienfahrzeug mit Schaltgetriebe fahren?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) Versteht der Proband die Deutsche Sprache in Wort und Schrift?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) Weibliche Probanden sind nicht schwanger, chirurgisch sterilisiert, min. 2 Jahre post-menopausal oder, falls im gebärfähigen Alter, sexuell abstinert oder bereit, med. akzeptable Formen der Kontrazeption durchzuführen.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ausschlusskriterien	Der Proband darf <u>nicht eingeschlossen</u> werden, wenn eine der Antworten Ja ist	Nein	Ja
1) Hat der Proband eine körperliche Behinderung, die mit der Testdurchführung oder der Teilnahme am Fahrversuch interferiert (z.B. taub, blind)?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Ist zu erwarten, dass der Proband das Fahrzeug nicht sicher im Straßenverkehr fahren kann oder dass ihn Teilnahme an der Studie überanstrengt?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Liegt eine schwerwiegende oder nicht behandelte psychische oder psychiatrische (Schizophrenie, akute Major-Depression), neurologische, endokrinologische (Hyper-, Hypothyreose) oder körperliche Erkrankung (schwerwiegende Erkrankung des Magen-Darm-Systems, der Leber oder Nieren, des kardiovaskulären Systems (Angina pectoris, COPD, unkontrollierter Bluthochdruck), schwere Allergien) vor, die mit der Teilnahme an der computerbasierten Testung oder dem Fahrversuch interferiert?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) Liegt eine Abhängigkeit von Alkohol oder illegalen Drogen vor?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) Hat der Proband innerhalb der vergangenen 24 Stunden Alkohol oder illegale Drogen konsumiert oder psychoaktive Medikamente eingenommen?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) Liegt ein übermäßiger Konsum von Alkohol (mehr als 28 Gläser alkoholische Getränke pro Woche) vor?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) Verweigert der Patient über die Dauer der Untersuchung auf das Rauchen zu verzichten?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) Werden regelmäßig Benzodiazepine eingenommen (≥ 4 Mal pro Woche) oder wurden diese innerhalb der letzten beiden Tage eingenommen?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) Werden regelmäßig Barbiturate eingenommen (> 3 Mal pro Woche) oder wurden diese innerhalb der letzten beiden Tage eingenommen?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) Werden täglich höhere Dosen Antidepressiva eingenommen (Amitriptylin > 75mg, Doxepin > 75mg, Imipramin > 75mg, Trazodon > 100mg, Sertralin > 50mg, Fluoxetin > 20mg, Fluvoxamin > 75mg, Duloxetin > 120mg, Venlafaxin > 225mg, Citalopram > 10mg)?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11) Werden täglich höhere Dosen krampflösende Mittel eingenommen (Cocamizapin > 1200mg, Oxcarbazepin > 1800mg, Gabapentin > 2400mg, Pregabalin > 600mg)?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12) Werden MAO-Hemmer eingenommen?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13) Werden regelmäßig nicht-retardierte Opiode eingenommen oder wurden diese innerhalb der letzten beiden Tage eingenommen?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14) Werden regelmäßig Antihistaminika eingenommen oder wurden diese innerhalb der letzten beiden Tage eingenommen?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15) Werden regelmäßig und/oder wurden innerhalb der letzten beiden Tage Schmerzmittel (ab WHO-Level 2) eingenommen?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16) Werden Medikamente eingenommen, die nicht zusammen mit Alkohol eingenommen werden dürfen oder die die Alkoholwirkung beeinflussen?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17) Hat der Proband innerhalb der vergangenen 30 Tage an einer anderen klinischen Studie teilgenommen?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18) Plant der Proband vor dem Abschluss dieser Studie an einer anderen Studie teilzunehmen?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Patienten

Einschlusskriterien	Der Patient ¹ darf nicht eingeschlossen werden, wenn eine der Antworten NEIN ist	Nein	Ja
1) Liegt die schriftliche Einverständniserklärung vor?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Ist der Patient zwischen 30 und 65 Jahren alt?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Liegt der Bodymassindex im Bereich 16-35?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) Liegt normales Sehvermögen vor oder ist das Sehvermögen auf normal korrigiert?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) Verfügt der Patient über einen gültigen PKW-Führerschein?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) Ist der Patient innerhalb der letzten 12 Monate mindestens 2 000 km mit dem PKW gefahren?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) Führt der Patient regelmäßig mit dem Auto (min. 1x pro Woche)?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) Kann der Patient ein Serienfahrzeug mit Schaltgetriebe fahren?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) Versteht der Patient die Deutsche Sprache in Wort und Schrift?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) Liegt eine chronische Schmerzkrankung vor, die auf die Behandlung mit opioidhaltigen Schmerzmitteln anspricht?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11) Wird der Patient seit mindestens 4 Wochen mit einer der folgenden Substanzen mit der jeweils angegebenen <u>Mindestdosis</u> behandelt? <ul style="list-style-type: none">• transdermales Fentanyl (z.B. Durogesic Smat®) ≥ 12 µg/h• transdermales Buprenorphine (z.B. Transteo®) ≥ 10 µg/h• Oxycodon (z.B. Oxygesic®) ≥ 10mg/Tag• Oxycodon mit Naloxon (z.B. Targin®) ≥ 10mg/Tag• Hydromorphon (z.B. Palladon®) ≥ 4mg/Tag• Morphin (z.B. MST®) ≥ 20mg/Tag		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12) Keine Dosisänderung innerhalb der vergangenen 14 Tage?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13) Co-Medikation seit 14 Tagen auf stabiler Dosierung (NSAID, Antikonvulsiva, Antidepressiva)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14) Weibliche Probanden sind chirurgisch sterilisiert, min. 2 Jahre post-menopausal oder, falls im gebärfähigen Alter, sexuell abstinert oder bereit, med. akzeptable Formen der Kontrazeption durchzuführen.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¹ Aus Gründen der Vereinfachung der Lesbarkeit wird auf die Nennung der männlichen und der weiblichen Form verzichtet.

Ausschlusskriterien	Der Patient darf nicht eingeschlossen werden, wenn eine der Antworten JA ist	Nein	Ja
1) Hat der Patient eine körperliche Behinderung, die mit der Testdurchführung oder der Teilnahme am Fahrversuch interferiert (z.B. taub, blind)?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Hat der Patient eine maligne Erkrankung?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Ist zu erwarten, dass der Patient das Fahrzeug nicht sicher im Straßenverkehr führen kann oder dass Teilnahme ihn überanstrengt?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) Liegt eine schwerwiegende oder nicht behandelte psychische oder psychiatrische (Schizophrenie, akute Major-Depression), neurologische, endokrinologische (Hyper-, Hypothyreose) oder körperliche Erkrankung (schwerwiegende Erkrankung des Magen-Darm-Systems, der Leber oder Nieren, des kardiovaskulären Systems (Angina pectoris, COPD, unkontrollierter Bluthochdruck), schwere Allergien) vor, die mit der Teilnahme an der computerbasierten Testung oder dem Fahrversuch interferiert?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) Liegt eine Abhängigkeit von Alkohol oder illegalen Drogen vor?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) Hat der Patient innerhalb der vergangenen 24 Stunden Alkohol oder illegale Drogen konsumiert sowie psychoaktive Medikamente eingenommen, die nicht verordnet waren?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) Liegt ein übermäßiger Konsum von Alkohol (mehr als 28 Gläser alkoholische Getränke pro Woche) vor?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) Verweigert der Patient über die Dauer der Untersuchung auf das Rauchen zu verzichten?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) Werden regelmäßig Benzodiazepine eingenommen? (≥ 4 Mal pro Woche)?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) Wurden innerhalb der letzten beiden Tage Benzodiazepine eingenommen?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11) Werden regelmäßig Barbiturate eingenommen (> 3 Mal pro Woche) oder wurden diese innerhalb der letzten beiden Tage eingenommen?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12) Werden täglich höhere Dosen Antidepressiva eingenommen (Amitriptylin > 75mg, Doxepin > 75mg, Imipramin > 75mg, Trazodon > 100mg, Sertralin > 50mg, Fluoxetin > 20mg, Fluvoxamin > 75mg, Duloxetin > 120mg, Venlafaxin > 225mg, Citalopram > 10mg)?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13) Werden täglich höhere Dosen krampflösende Mittel eingenommen (Carbamazepin > 1200mg, Oxcarbazepin > 1800mg, Gabapentin > 2400mg, Pregabalin > 600mg)?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14) Werden MAO-Hemmer eingenommen?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15) Werden regelmäßig nicht-retardierte Opiode eingenommen oder wurden diese innerhalb der letzten beiden Tagen eingenommen?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16) Werden regelmäßig Antihistaminika eingenommen?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17) Hat der Patient innerhalb der vergangenen 30 Tage an einer anderen klinischen Studie teilgenommen?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

LEBENS LAUF

Markus Schumacher

geboren am 10.08.1973 in Bad Mergentheim

BERUF SERFAHRUNG

seit 11/2007	Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) in Bergisch Gladbach
seit 04/2009	Externer Doktorand an der Technischen Universität Braunschweig, Institut für Psychologie, Abteilung Ingenieur- und Verkehrspsychologie Betreuer: Prof. Dr. Mark Vollrath
08/2001 – 10/2007	Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Interdisziplinären Zentrum für Verkehrswissenschaften (IZVW) der Universität Würzburg

PRAKTIKA UND STUDIENBEGLEITENDE TÄTIGKEITEN

09/1998 – 10/1998	Forschungspraktikum am Department of Psychology der Northwestern University (Evanston, IL, USA)
03/1998 – 04/1998	Praktikum am Institut für Sozial- und Marktforschung (ISM) Kronberg/Taunus
09/1997 – 10/1997	Praktikum an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie Bayreuth
09/1997 – 06/2001	Wissenschaftliche Hilfskraft am Lehrstuhl für Psychologie III (Verkehrspsychologie und Methodenlehre) der Universität Würzburg
11/1996 – 09/1997	Wissenschaftliche Hilfskraft am Lehrstuhl für Psychologie II (Sozialpsychologie) der Universität Würzburg

AUSBILDUNG

05/1995 – 07/2001	Studium der Psychologie an der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg
10/1993 – 03/1995	Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen an der Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt
09/1984 – 05/1993	Martin-Schleyer-Gymnasium Lauda

Kürten, den 27.11.2013